

## Markanvändning och ekosystemtjänster i en gradient från borealt till alpint landskap – Vilhelmina Model Forest

*Land Use and Ecosystem Services in the Boreal to Alpine  
Landscape Gradient – Vilhelmina Model Forest*



Foto: Vilhelmina Model Forest

**Torun Bergman**





# Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2014:25

## Markanvändning och ekosystemtjänster i en gradient från borealt till alpint landskap – Vilhelmina Model Forest

*Land Use and Ecosystem Services in the Boreal to Alpine  
Landscape Gradient – Vilhelmina Model Forest*

**Torun Bergman**

### **Nyckelord / Keywords:**

Ekosystemtjänster, Generalized Additive Model, markanvändning, Model Forest, landskapsplanering, Ripley's K-funktion / *Generalized Additive Model, land use, Model Forest, landscape planning, Ripley's K-function*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2014

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Examensarbete i biologi / *Master degree thesis in Biology*

EX0750, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Henrik Hedenås

SLU, Inst för skoglig resurshushållning / *SLU, Dept of Forest Resource Management*

Biträdande handledare / *Assistant supervisor*: Johan Svensson

SLU, Inst för vilt, fisk och miljö / *SLU, Dept of Wildlife, Fish and Environmental Studies*

Examinator / *Examiner*: Anders Jäderlund

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handletts och granskats av handledaren, och godkänts av examiner. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

# FÖRORD

Idén till den här uppsatsen kom till efter en föreläsning med Johan Svensson, då jag pratade med honom om att skriva mitt exjobb inom Vilhelmina Model Forest. Arbetet kom att handla om ekosystemtjänster eftersom det passade in i ett projekt som Johan och ett antal andra forskare planerade för just då. Under hösten tillkom Henrik Hedenås som handledare. När jag satte igång med arbetet hade jag ingen aning om vad som väntade – det vill säga att jag skulle spendera otaliga timmar med Point Pattern-analyser och General Additive Models i statistikprogrammet R! Johan och Henrik förtjänar en eloge för deras engagerade handledarinsats. Jag har använt mig av GIS-data sammanställt av Liselott Nilsson. Tack, Liselott för att jag fått använda mig av det! Under hösten fick jag följa med på exkursion i VMF med Ursula Neussel och Camilla Thellbro från VMF samt Leif Jougda och Staffan Öberg från Skogsstyrelsen. Stort tack till er för inspirerande dagar i skogen och värdefulla diskussioner! Tack också till Per Andersson vid institutionen för skoglig resurshushållning för hjälp med datorn samt till min vän Ross Linscott för engagerad R-support. Det finns några personer som jag vill rikta ett särskilt varmt tack till. Till dem hör mina föräldrar, som tog mig med ut till skog och fjäll långt innan jag var kapabel att gå själv. Under åren som gått sedan dess har det naturintresse ni lade grunden till bara växt sig starkare! Hit hör också Louise Berglund och Sofia Lindmark Burck. Er förmåga att alltid vara beredda med livselixir i form av té, choklad eller skogspromenader när det behövs som bäst är fantastisk! Slutligen tack till Jens Lindström, för stöd och uppmuntran!

Umeå 30 september 2014  
Torun Bergman

## FÖRKORTNINGAR

GAM	Generalized Additive Model
IMFN	International Model Forest Network
MA	Millennium Ecosystem Assessment
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectro-Radiometer
RBP	Renbruksplaner
SMD	Svenska Marktäckedata
VMF	Vilhelmina Model Forest

# SAMMANFATTNING

Begreppet ekosystemtjänster kan användas för att tydliggöra värdet av landskapets funktioner och därmed underlätta kommunikation mellan markanvändare då olika intressen konkurrerar. Emellertid finns det få studier som inkluderar en kvantitativ eller kvalitativ värdering av ekosystemtjänster på landskapsnivå. I detta arbete har markanvändning och ekosystemtjänster studerats i ett landskapsperspektiv, med Vilhelmina Model Forest (VMF) som studieområde. Den övergripande frågan i VMF är hur rennärning kan kombineras med andra markanvändningsintressen, huvudsakligen skogsbruk. Syftet med studien var att göra en kvantitativ värdering av markanvändningsintressen och ekosystemtjänster. De data som har använts är en kartering av markanvändning i 500x500 m-celler. Med Generalized Additive Model (GAM) modellerades hur sannolikheten att hitta ekosystemtjänster påverkas av ett antal geografiska parametrar. Ripley's K-funktion användes för att analysera det rumsliga mönstret av celler med 5 – 6 markanvändningsintressen (hotspots). Resultatet visar att hotspots för markanvändningsintressen utgjorde en liten del av cellerna (1,8 %) och att dessa celler fanns aggregerade i landskapet. Motsvarande hotspots för ekosystemtjänster täckte däremot en stor del av landskapet (82 %). Korrelationen mellan antalet markanvändningsintressen och antalet ekosystemtjänster i en cell var svagt positiv. Sannolikheten att hitta de flesta ekosystemtjänster var generellt stor i hela studieområdet, men hos majoriteten av ekosystemtjänsterna minskade sannolikheten i fjälltrakterna. De marktyper med störst effekt på sannolikheten att hitta ekosystemtjänster var morän, torv och vatten. Potentialen i den här metoden att studera och utvärdera markanvändning och ekosystemtjänster på landskapsnivå är stor, men den behöver utvecklas och kompletteras för att resultaten ska vara tillämpbara vid landskapsplanering och beslutsfattande gällande landskapets användning.

*Nyckelord:* ekosystemtjänster, Generalized Additive Model, markanvändning, Model Forest, landskapsplanering, Ripley's K-funktion

## ABSTRACT

The ecosystem service approach has the potential to facilitate the communication between land users when different interests are in conflict, through emphasizing the different values of the landscape. However, few studies have included a quantitative or qualitative assessment of ecosystem services at the landscape level. This thesis focuses on land use and ecosystem services in a landscape perspective, using the Vilhelmina Model Forest (VMF) as study area. The overarching landscape planning issue in the VMF is how to combine reindeer husbandry with other land-use interests, mainly forestry. The aim of the study was to make a quantitative evaluation of land-use interests and ecosystem services. The data used is compiled from a land use mapping using 500x500 m grid cells. Generalized Additive Model (GAM) was used for modelling the impact of geographical parameters on the probability to find ecosystem services. The spatial pattern of grid cells with 5 – 6 land-use interests (hotspots) was analysed using Ripley's K function. The result shows that hotspots for land-use interests constituted a minor part of the grid cells (1.8 %) and that these cells were aggregated in the landscape. Hotspots for ecosystem services, on the other hand, covered the major part of the landscape (82 %). The number of land-use interests and ecosystem services in a cell showed a weak positive correlation. The probability to find ecosystem services was generally high, but for the majority of the ecosystem services, the probability decreased in the alpine areas. Till, peat and water were the land cover types with the largest impact on the probability to find ecosystem services. This method has a great potential for studies of land use and ecosystem services. However, there is a need to develop and complement the model before it will be applicable in landscape planning and decision making.

*Key words:* ecosystem services, Generalized Additive Model, land use, Model Forest, landscape planning, Ripley's K function



# INNEHÅLL

<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.1.1 Begreppet ekosystemtjänster.....	1
1.1.2 Ekosystemtjänster och markanvändning.....	2
1.1.3 Hållbart skogsbruk och konceptet Model Forest.....	2
1.1.4 Introduktion till studieområdet och studien.....	3
1.2 Syfte och frågeställningar .....	4
<b>2. MATERIAL OCH METODER.....</b>	<b>5</b>
2.1 Områdesbeskrivning .....	5
2.2 Datakällor.....	6
2.2.1. Markanvändningsintressen .....	6
2.2.2. Markklasser och ekosystemtjänster .....	7
2.3 Analyser .....	8
2.3.1 Rumsliga mönster hos markanvändningsintressen och ekosystemtjänster.....	8
2.3.2 Korrelation.....	8
2.3.3 Generalized Additive Model (GAM) .....	8
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>12</b>
3.1 Markanvändning .....	12
3.1.1 Rumsliga mönster hos markanvändningsintressena.....	12
3.2 Ekosystemtjänster .....	12
3.2.1 Korrelation.....	12
3.2.2 Rumsliga mönster hos ekosystemtjänsterna.....	13
3.2.3 GAM.....	16
<b>4. DISKUSSION.....</b>	<b>19</b>
4.1 Markanvändning .....	19
4.2 Ekosystemtjänster .....	20
4.3 Markanvändning och ekosystemtjänster.....	22
4.4 Tillämpning och framtida studier.....	23
<b>5. SLUTSATSER.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERENSER.....</b>	<b>25</b>
<b>BILAGOR.....</b>	<b>29</b>
Bilaga 1. Markklasser enligt SMD översatta till MODIS .....	29
Bilaga 2. Resultat av modellering med Generalized Additive Model (GAM) .....	31

# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Begreppet ekosystemtjänster

Begreppet *ekosystemtjänster* används för att sammanlänka naturmiljön och människors välbefinnande (Millennium Ecosystem Assessment 2005) och utgör en grund för att integrera landskapets materiella och immateriella värden i landskapsplanering och beslutsfattande (de Groot m.fl. 2010). Ekosystemtjänster kan beskrivas som ett resultat av de förhållanden och processer genom vilka naturliga ekosystem, och de arter som utgör dem, upprätthåller och förbättrar människors liv och hälsa (Daily 1997). Vid ekonomisk värdering av ekosystemtjänster klassas de ofta som *direkta* eller *indirekta* (Anon. 2012b). Till exempel räknas fruktproduktion som en direkt ekosystemtjänst medan pollineringen av fruktträden räknas som en indirekt. Liknande begrepp, som exempelvis *miljötjänster* och *naturens tjänster*, har förekommit i litteraturen sedan 1970-talet (Anon. 1970; Westman 1977). Andra närliggande begrepp är *ecosystem stewardship* (Chapin m.fl. 2009), som fokuserar på social och ekologisk resiliens hos ekosystem och naturkapital (Naturvårdsverket 2014). Termen ekosystemtjänster fick sitt stora genomslag först i och med det internationella forskningsprogrammet Millennium Ecosystem Assessment (MA), som pågick 2001 – 2005 och stöddes av bland andra FN. Det finns olika definitioner på och klassificeringar av ekosystemtjänster, men en av de vanligast förekommande är den som används i MA, som delar in ekosystemtjänsterna i fyra kategorier (Millennium Ecosystem Assessment 2005):

- *Försörjande ekosystemtjänster*. Nyttigheter och varor som produceras, exempelvis mat, dricksvatten, medicin och trä.
- *Reglerande ekosystemtjänster*. Den nytta människor har av ekosystemfunktioner som påverkar livsmiljön, exempelvis klimatreglering, vattenfiltrering, kontroll av sjukdomar och pollinering.
- *Kulturella ekosystemtjänster*. Innefattar skönhet och andliga värden som bidrar till vårt välbefinnande genom exempelvis rekreation och ekoturism.
- *Stödjande ekosystemtjänster*. Grundläggande ekosystemfunktioner, exempelvis primärproduktion, jordmånsbildning och biokemiska kretslopp.

Ekosystemtjänster är ett begrepp som behövs för att åskådliggöra värdet av den biologiska mångfalden, och som på så sätt kan bidra till att de beslut som fattas är välgrundade och stöder ett hållbart nyttjande av våra naturresurser (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Turner m.fl. 2007). Under senare år har antalet publicerade studier om ekosystemtjänster ökat dramatiskt (Fisher m.fl. 2009; de Groot m.fl. 2010; Dick m.fl. 2011), men få av dem inkluderar en kvantitativ eller kvalitativ värdering av ekosystemtjänster på landskapsnivå (Grêt-Regamey 2012). För att begreppet ska införlivas i politiken och beslutsfattandet krävs tillgång till tydlig information om ekosystemens tillstånd och förekomsten av ekosystemtjänster (Maes m.fl. 2012). Stora kunskapsluckor återstår dock att fylla gällande sambanden mellan ekosystemens egenskaper och deras förmåga att tillhandahålla ekosystemtjänster (Kienast m.fl. 2009; Iverson m.fl. 2014). För att kunna göra en helhetsbedömning av ekosystemtjänsterna i ett område krävs också stora mängder data, och bristfälligt dataunderlag anses ofta vålla problem vid kartläggning

av ekosystemtjänster (Dick m.fl. 2014). Att ekosystemtjänster har fått en stor betydelse på den politiska agendan framgår inte minst av den proposition om en strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster som lades fram av regeringen i mars 2014 (Miljödepartementet 2014).

### *1.1.2 Ekosystemtjänster och markanvändning*

Ekosystemens förmåga att tillhandahålla ekosystemtjänster påverkas av förändrad markanvändning, på global såväl som på nationell och lokal nivå (Metzger 2006; Haines-Young 2009). I norra Sverige nyttjas landskapen och naturresurserna av många olika intressenter. Renskötsel och skogsbruk är två extensiva markanvändningsintressen som båda kräver stora arealer. Renskötsel bedrivs idag på cirka 55 % av Sveriges landareal (Sandström m.fl. inskickat). En stor del av marken som nyttjas för renskötsel i norra Sverige utgör också produktiv skogsmark som nyttjas för skogsbruk. Dessa båda näringar använder alltså samma mark, men för olika ändamål, vilket kan leda till konflikter. Vidare orsakar det moderna skogsbruket degradering och fragmentering av naturliga habitat i det boreala skogslandskapet och därmed förlust av biologisk mångfald (Esseen m.fl. 1997; Berglund & Jonsson 2005; Hedenås & Ericson 2008).

Ett stort problem för den biologiska mångfalden är bristen på kontinuitetsskogar (Cedergren 2008). Definitionen på kontinuitetsskogar är enligt Skogsstyrelsen (2004) ”områden som varit kontinuerligt trädbevuxna utan väsentliga trädslagsbyten sedan år 1700”. Dessa är viktiga då skogar som inte varit kalavverkade hyser högre naturvärden än skogar som tidigare kalavverkats. Kontinuitet på landskapsnivå är speciellt viktigt för ekosystemprocesser, arter, habitat och markanvändning, exempelvis avsättningar för naturvårdsändamål, som gynnas av stora sammanhängande arealer naturskog (Esseen m.fl. 1997, Nordén & Appelqvist 2001; Fritz m.fl. 2008). Naturskogar är dessutom viktiga för aktiviteter såsom rekreation, friluftsliv, jakt och turism (Axelsson m.fl. 2007). Ytterligare markanvändningsintressen i norra Sverige är vind- och vattenkraft samt gruvnäring (Svensson m.fl. 2012). Dessa näringar är inte areellt omfattande på samma sätt som rennärings- och skogsbruket, men påverkar i hög grad landskapets funktion och sammansättning. Att få landskapets resurser att tillgodose olika behov och intressen innebär således en stor utmaning.

### *1.1.3 Hållbart skogsbruk och konceptet Model Forest*

Begreppet *hållbart skogsbruk* etablerades genom Brundtlandkommissionen 1987 (Svensson m.fl. 2004). Med hållbart skogsbruk menas ett brukande av skogslandskapet som bibehåller dess ekologiska, ekonomiska och socio-kulturella funktioner, och som därmed tillgodoser ett så stort utbud av varor och tjänster som möjligt. Konceptet *Model Forest* kom till som ett försök att omsätta nationella och internationella riktlinjer för hållbart skogsbruk i praktiken och därmed verka för hållbart nyttjande av skogen i ett landskapsperspektiv. Idén kommer ursprungligen från Kanada och introducerades internationellt vid Riokonferensen 1992 (Jougda m.fl. 2006). År 2012 fanns över 60 Model Forests i 30 länder (Anon. 2012a). En Model Forest är tänkt att fungera som en landskapsstor fallstudie för att testa och vidareutveckla uthålligt skogsbruk och markanvändning överlag. Detta innebär bland annat att en Model Forest ska fungera som en

mötesplats för intressenter och aktörer inom ett specifikt geografiskt område i vilket skogen är av stor betydelse (Svensson m.fl. 2004). Tanken är att landskapets nyttjare tillsammans ska hitta lösningar som kombinerar sociala, kulturella och ekonomiska behov med ett ekologiskt hållbart nyttjande av skogens resurser. För att hantera konflikter och intresse motsättningar mellan olika markanvändare har varje Model Forest en styrgrupp bestående både av representanter för lokala intressen och externa experter (Carlsson och Lidestav 2012).

#### *1.1.4 Introduktion till studieområdet och studien*

Europas första Model Forest etablerades i Vilhelmina 2004, då den antogs som medlem i det internationella nätverket International Model Forest Network (IMFN, <http://www.imfn.net/>) (Jougda m.fl. 2006). Enligt gällande verksamhetsplan för Vilhelmina Model Forest (VMF, <http://www.vilhelminamodelforest.se/>) drivs frågor under sex verksamhetsområden (Thellbro 2012): *naturvård, skogsproduktion, mark och vatten, klimat, skogens nyttigheter*, samt *deltagande planering*. Inom VMF bedrivs även externt ledda projekt som rymmer under syftet med VMF och under de utpekade verksamhetsområdena. VMF har ett antal specifika egenskaper som gör den till ett värdefullt studieområde (Jougda m.fl. 2006), bland vilka kan nämnas:

- Landskapet innefattar stora arealer skog som påverkats i obetydlig eller måttlig grad av traktthyggesbruk, samt stora arealer skog med höga natur- och landskapsvärden.
- Det finns intressekonflikter angående markanvändningen, speciellt mellan rennäring och skogsbruk, men även angående konsekvenserna av en fortsatt vind- och vattenkraftsutbyggnad. Konflikter mellan rennäring och gruvindustri pågår i dagsläget också (Bergsstaten 2014). Detta innebär ett stort behov av innovativa lösningar på markanvändningsfrågor i specifika fall såväl som på landskapsnivå.
- VMF-området har tidigare varit föremål för en uppmärksam konflikt, i och med den så kallade "Njakafjällsdebatten", som pågick mellan 1984 och 1998 (Jensen 2002). Konflikten gällde i grunden motsättningar mellan exploatering av skogen och naturvårdsintressen.
- VMF-området är väl dokumenterat. Stor tillgång på data innebär att det finns bra underlag för olika typer av analyser.

Kvantifiering, kartläggning, modellering och värdering av ekosystemtjänster anses vara metoder som har stor potential att underlätta förvaltning och främjande av ekosystem (Iverson m.fl. 2014). Dock är ekosystemtjänststudier på landskapsnivå fortfarande sällsynta. VMF är ett mycket bra område för den här typen av studier, eftersom landskapet är varierande och innehåller miljöer som hyser stor potential att tillhandahålla olika typer av ekosystemtjänster. För VMF kan ekosystemtjänstansatsen vara användbar, genom att begreppet synliggör landskapets värden vilket kan underlätta kommunikation och möjligheter att mötas då olika markanvändningsintressen konkurrerar. Det data som ligger till grund för detta arbete kommer från en sammanställning som gjordes inom ett av projekten som drivs inom VMF; Baltic Landscape (EU Interreg Östersjöregionen). Markanvändning och ekosystemtjänster har studerats i ett landskapsperspektiv med VMF som studieområde. Data består av en kartering av markanvändning i 500x500 m-celler över hela studieområdet. Varje cell klassades enligt en

markklass, som sedan kopplades till en binär tabell som uttryckte huruvida respektive markklass anses ha en främjande (1) eller indifferent roll (0) på 15 ekosystemtjänster.

## **1.2 Syfte och frågeställningar**

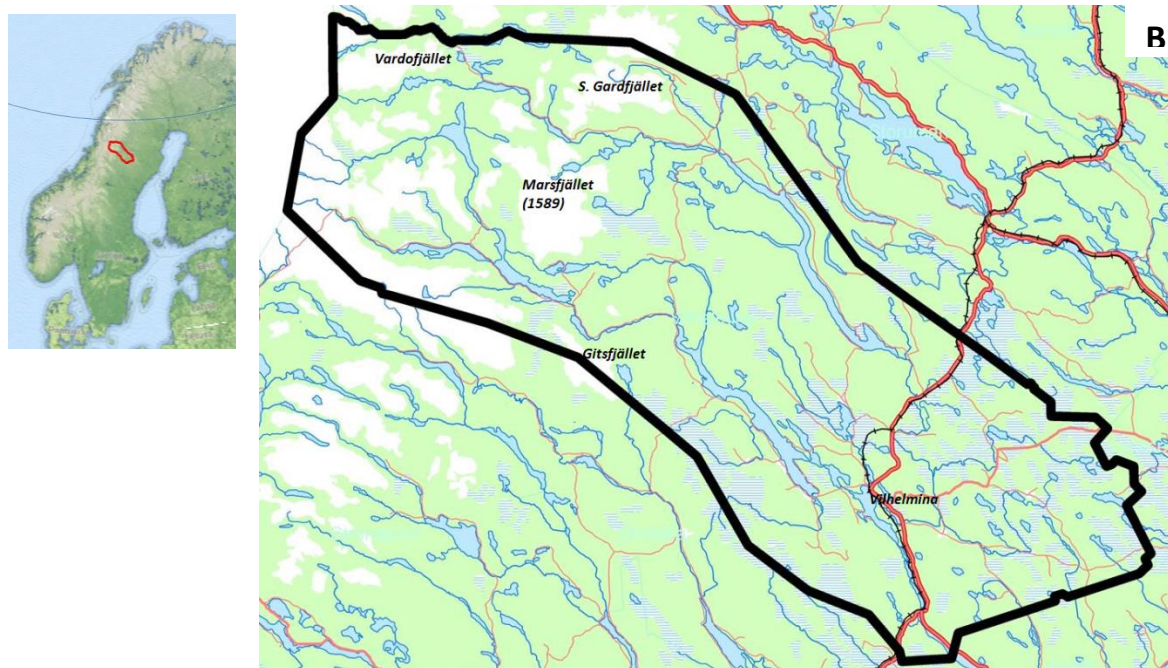
Syftet med studien var att göra en kvantitativ värdering av markanvändningsintressen och ekosystemtjänster i VMF genom att kartlägga deras rumsliga mönster. I arbetet ingick också modellering av hur sannolikheten att hitta ekosystemtjänster i studieområdet påverkas av jordart/marktyp, höjd över havet samt ett antal övriga topografiska parametrar. Mina frågeställningar var:

- Hur ser den rumsliga fördelningen av markanvändningsintressen och ekosystemtjänster ut i studieområdet?
- Finns ett samband mellan var i landskapet man hittar markanvändningsintressen och ekosystemtjänster?
- Vilka konfliktområden kan identifieras i studieområdet, baserat på förekomst av flera olika markanvändningsintressen i ett och samma område?
- Kan en ekosystemtjänstansats ge underlag för prioriteringar av naturvårdinsatser i skog på landskapsnivå?

## 2. MATERIAL OCH METODER

### 2.1 Områdesbeskrivning

VMF är belägen i Vilhelmina kommun, Västerbottens län och omfattar cirka 870 000 ha i övergången från produktiv boreal skog till alpint landskap (Svensson m.fl. 2012). Cirka 530 000 ha utgörs av skogsmark, varav ungefär 350 000 ha uppskattas vara produktiv skogsmark. Större delen av marken ägs av privata markägare (36 %), Sveaskog (29 %) och övriga skogsbolag (22 %). Landskapet domineras av barrträd, det vill säga gran (*Picea abies* [L.] Karst.) och tall (*Pinus sylvestris* L.). Övriga trädslag är björk (*Betula pubescens* Ehrh. och *B. pendula* Roth.) och asp (*Populus tremula* L.). Landskapet varierar i altitud från 340 m.ö.h. i låglandet till 1600 m.ö.h. i fjälltrakterna. Andelen skog klassad som gammal naturskog ökar västerut och betydande delar av de fjällnära skogarna är tämligen opåverkade naturskogar. Det är också i fjälltrakterna den största andelen skyddade områden finns. Totalt omfattas cirka 180 000 ha inom VMF av någon form av områdesskydd (2012). Den alpina trädgränsen utgörs av fjällbjörk (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa* [Ledeb.] Nyman) och är belägen ca 800 m.ö.h.. Landskapet präglas av två älvdalar, Ångermanälvens dalgång och Vojmsjödalen. Trots låg befolkningstäthet är nyttjandet av landskapet omfattande och har varit det under lång tid (Svensson m.fl. 2012). Idag utgörs de främsta markanvändningsintressena av rennäring och skogsbruk. Vattenkraftsutbyggnaden har varit relativt omfattande och gruvdrift har tidigare varit av betydelse i fjälltrakterna då Stekenjokkgruvan var igång (1976 – 1988). Trenden de senaste åren visar på ökat intresse för ytterligare vattenkraftsutbyggnad liksom för etablering av vindkraft. Gruvdrift och turism är andra sektorer på uppgång, medan trenden för skogsindustrin är stabil eller minskande.



Figur 1. Studieområdets läge i Sverige (A) samt karta över studieområdet (B). ©Lantmäteriet i2012/901

## 2.2 Datakällor

### 2.2.1. Markanvändningsintressen

Data över markanvändningsintressen i VMF kommer från en sammanställning som gjordes inom projektet Baltic Landscape . Karteringen är gjord på 500 m- rutnätsceller och datat är kopplat till GIS. De markanvändningsintressen som ingick var:

1. Friluftsliv, som representeras av en sammanslagning av GIS-skikten riksintresse friluftsliv (GISdata från Länsstyrelserna 2013) och riksintresse rörligt friluftsliv (Geodataportalen, nedladdat maj 2013).
2. Gruvnäring, som representeras av en sammanslagning av GIS-skikten beviljade markkoncessioner, ansökta bearbetningskoncessioner, beviljade bearbetningskoncessioner, ansökta undersökningstillstånd (metaller och mineral), beviljade undersökningstillstånd (metaller och mineral), samt beviljade undersökningstillstånd (olja, gas och diamant) (SGU Sveriges Geologiska Undersökning 2013).
3. Infrastruktur, som är en sammanslagning av stadsstruktur i SMD (Ahlcrona 2003), bebyggelse och byggnader från Fastighetskartan (Lantmäteriet 2013), samt av alla linjeobjekt från vägar, övriga vägar (utom vandringsleder och gångstigar), kraftledningar och övriga anläggningar (förutom dammar).
4. Jordbruk, som är en sammanslagning av åker och betesmark från SMD (Ahlcrona 2003) och jordbruksblocken från Jordbruksverket (Geoservices Länsstyrelsen 2011).
5. Kulturmiljö, som är en sammanslagning av i) kulturresevat, som är områden som förklarats som reservat i syfte att bevara värdefulla kulturmiljöer (GISdata från Länsstyrelserna), samt ii) punkt-, linje- och polygonobjekt från Riksantikvarieämbetet (2013) och Skogsstyrelsen (2013).
6. Naturskydd, som är en sammanslagning av i) nationalparker (Geodataportalen, nedladdat 2012-12-06), ii) Naturreservat (Geodataportalen, nedladdat 2012-12-06), iii) Natura2000 Fågeldirektivet (Geodataportalen, nedladdat 2012-12-06), iv) Natura2000\_SCI\_älvar\_AC\_121206\_VMF. v) Biotopskydd (Skogsstyrelsen 2012–2013, nedladdat 2013-08-31), vi) Naturvårdsavtal (Skogsstyrelsen 2012–2013, nedladdat 2013-08-31), vii) Nyckelbiotoper Bolag (Skogsstyrelsen 2012–2013, nedladdat 2012-06-19), viii) Nyckelbiotoper Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen 2012–2013, nedladdat 2013-08-31) och ix) Nyckelbiotoper Fastighetsverket (Skogsstyrelsen 2012–2013).
7. Rennäringsintressen, som består av en sammanslagning av tre av beteslandsindelningens klasser: betestrakter, kärnområden och nyckelområden (Jougda 2012a) utifrån data som samebyarna har sammanställt. Data kommer från VMF och tillhör samebyarna. Dessa måste tillfrågas för att få tillgång till data. Skogsbruksintressen är mark som uppfyller kriterierna för skog enligt vägkartan och ligger nedanför trakthyggesgränsen.

8. Skogsbruksintressen är mark som uppfyller kriterierna för skog enligt väggkartan och ligger nedanför trakthyggesgränsen.

9. Sand-, grus- och torvtäcker, som består av data baserat på i) befintliga sand- och grustäcker från Länsstyrelsen (levererad 2011) inom VMF samt ii) sammanslagning av torvtäcker från Beviljade torvkoncessioner och Torvtäcker\_2011 från Länsstyrelsen inom VMF.

10. Vattenkraftsintressen, som består av en sammanslagning av data från i) Fastighetskartan (Lantmäteriet, leverans februari 2013) ii) dammar och påverkade vattenytor med tillhörande data från SMHIs SVAR. Det senare är kompletterat med skiktet dammar som reglerar vattenytan uppströms samt dammar med okänd funktion inom projektet RenGIS (Jougda 2012b) (maj 2013).

11. Vindkraftsintressen, som är manuellt karterade utifrån information i Vindbrukskollen (nedladdat 2013-08-01).

## 2.2.2. Markklasser och ekosystemtjänster

Grêt-Regamey m.fl. (2012) skapade binära samband (1 eller 0) mellan landskapsvariabler och ekosystemtjänster. Landskapsvariablerna representerades i deras studie av Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)-klasser. Respektive MODIS-klass kopplades därefter i en tabell till en eller flera ekosystemtjänster. MODIS-klasserna användes således som proxy för ekosystemtjänster.

Tanken med denna studie var från början att direkt använda de binära tabellerna från Grêt-Regamey m.fl. (2012), men tillgänglig MODIS-klassning för VMF-området var inte kvalitetssäkrad och därför oanvändbar. Istället klassades varje 500x500 m-cell enligt Svenska Marktäckedata (SMD) (Ahlcróna 2003), och SMD-koden översattes till markanvändningsklass enligt MODIS-systemet (Bilaga 1). Därmed gick det att använda de binära sambanden i Grêt-Regamey m.fl. (2012) mellan markvariabler och ekosystemtjänster, med tre mindre förändringar (tabell 1). Markklassen *urbana grönområden* finns i SMD, men inte i MODIS-systemet. Detta löstes genom att göra en egen bedömning av det binära sambandet mellan SMD-klassen *urbana grönområden* och vilka ekosystemtjänster som ingår i denna klass (tabell 1). Med urbana grönområden menas ”grönområden inom tätorter där > 70 % utgörs av vegetation och resterande yta kan bestå av byggnader och andra artificiellt hårdgjorda ytor” (Ahlcróna 2003). Dessutom lades två helt nya markklasser till i tabellen: *fjällbjörkskog* och *naturlig barmark*. Detta gjordes för att särskilja markklasser specifika för fjälltrakterna och på så sätt få en mer detaljerad bild av landskapet. En egen bedömning av det binära sambandet mellan dessa SMD klasser och de ekosystemtjänster som ingår i dessa klasser (tabell 1). De ingående markklasserna var därmed skogsmark, fjällbjörkskog, våtmarker, vatten, busk- och hedmark, gräs- och betesmark, odlad mark/åkermark, barmark, naturlig barmark, bebyggelse samt urbana grönområden. Samma 15 ekosystemtjänster som i Grêt-Regamey m.fl. (2012) har använts (tabell 1), och med ekosystemtjänster avses här direkta ekosystemtjänster. Genom att länka varje cells SMD-kod, som översattes till markanvändningsklass enligt MODIS-systemet, till den binära tabellen (tabell 1) erhöles information om ekosystemtjänsternas rumsliga mönster.



## 2.3 Analyser

Analyserna gjordes i statistikprogrammet R version 3.0.2. För analyser av rumsliga mönster med Ripley K-funktionen användes paketet spatstat (Baddeley & Turner 2005) version 1.34-1. För GAM-analyserna användes paketet mgcv (Wood 2013) version 1.7-26.

### 2.3.1 Rumsliga mönster hos markanvändningsintressen och ekosystemtjänster

Mest intressanta är celler där det finns flera konkurrerande markanvändningsintressen, därför analyserades det rumsliga mönstret av celler med 5 – 6 markanvändningsintressen med Ripley's K-funktion (Diggle 1983, Hedenås m.fl. 2003). För varje cell innehållande 5 – 6 markanvändningsintressen räknades alla celler med 5 – 6 markanvändningsintressen inom en radie  $t$ .  $K(t)$  är en funktion av medelantalet celler med en viss markanvändning inom en radie  $t$ ,

$$K(t) = n^{-2}A \sum_{i=1} \sum_{j=1} w_{ij} * I_t(t_{ij}), i \neq j$$

$n$  är antalet träd inom area  $A$ ,  $I_t$  är en räknevariabel,  $t_{ij}$  är avståndet mellan cell  $i$  med en specifik markanvändning och cell  $j$  med samma markanvändning.  $W_{ij}$  är en viktningsfaktor som kompenserar för att studieområdet har kanter (Diggle 1983).

För att stabilisera variationen transformerades  $K(t)$  enligt följande:

$$L(t) = \sqrt{K(t)/\pi} - t$$

där  $L(t) = 0$  indikerar det att det specifika markanvändningsintresset är slumpmässigt spritt i rummet. Om  $L(t)$  uppvisar positiva värden indikerar det att det specifika markanvändningsintresset är aggregerat medan negativa värden indikerar regelbundna mönster. Monte Carlo-simuleringar utfördes för att utröna om  $L(t)$ :s avvikelser från 0 är signifikant (Kenkel 1988). Det gick inte att analysera ekosystemtjänsternas rumsliga mönster med Ripley's K-funktion då flertalet av ekosystemtjänsterna förekom i över hälften av cellerna.

### 2.3.2 Korrelation

Spearman's korrelation gjordes för att testa om det finns ett samband mellan antalet ekosystemtjänster och antalet markanvändningsintressen i en cell.

### 2.3.3 Generalized Additive Model (GAM)

Modellering med Generalized Additive Model (GAM) (Wood 2006; Crawley 2013) användes för att undersöka hur sannolikheten att hitta var och en av de 15 ekosystemtjänsterna påverkas av lutningens orientering (norr, söder, öst eller väst), jordart/marktyp (isälvsediment, morän, torv,

sand och grus, vittrad morän, vatten och berg) samt övriga topografiska parametrar (latitud, longitud, altitud, lutning och topografiskt index (TRI; Terrain Ruggedness Index). TRI är medelvärde av den absoluta differensen mellan värdet i en specifik cell och värdet i de åtta omgivande cellerna (Wilson m.fl. 2007). Modellförenklingsprocessen följde Crawley (2013), vilket innebär en stegvis förenkling av modellerna. De bästa möjliga modellerna valdes ut med hjälp av Akaike's Information Criterion (AIC). De parametrar som inte hade signifikant effekt på sannolikheten att hitta en viss ekosystemtjänst aggregerades till ett intercept, mot vilka de övriga parametrarna testades.

Tabell 1. Binära samband mellan markklasser och ekosystemtjänster: 0 = indifferent roll, 1 = främjande roll. Modifierad från Grêt-Regamey m.fl. (2012).

<i>Försörjande</i>					
Markklass	Natur-produkter	Odlade produkter	Kommersiella skogsprodukter	Transport och boende	Energi
Vatten	1	0	0	1	0
Skogsmark	1	0	1	0	1
Fjällbjörkskog	1	0	0	0	0
Busk-och hedmark	1	1	0	0	0
Gräs-och betesmark	1	1	0	0	0
Våtmarker	1	0	0	0	1
Odlad mark/åkermark	0	1	0	0	0
Bebyggelse	0	0	0	1	0
Barmark	0	0	0	0	1
Naturlig barmark	1	0	0	0	0
Urbana grönområden	0	0	0	1	0

Tabell 1, forts.

<i>Reglerande</i>						
Markklass	Klimat-reglering	Katastrof-reduktion	Vatten-reglering	Vattenkvalitet och närings-omsättning	Förebyggande av erosion	Biologisk kontroll
Vatten	0	1	1	1	0	0
Skogsmark	1	1	1	0	1	1
Fjällbjörkskog	1	1	1	0	1	1
Busk-och hedmark	1	0	0	0	0	1
Gräs-och betesmark	0	0	0	0	0	0
Våtmarker	1	1	1	1	1	1
Odlad mark/åkermark	0	0	0	0	0	1
Bebyggelse	0	0	0	0	0	0
Barmark	0	0	0	0	0	0
Naturlig barmark	0	0	0	0	0	0
Urbana grönområden	1	0	0	0	0	0

Tabell 1, forts.

Markklass	<i>Stödjande</i>	<i>Kulturella</i>		
	Habitatfunktion	Estetiska värden	Rekreation och turism	Kulturella värden
Vatten	1	1	1	1
Skogsmark	1	1	1	1
Fjällbjörkskog	1	1	1	1
Busk-och hedmark	1	1	1	1
Gräs-och betesmark	1	1	1	1
Våtmarker	1	1	1	1
Odlad mark/åkermark	0	1	0	0
Bebyggelse	0	0	0	0
Barmark	0	0	0	0
Naturlig barmark	1	1	1	0
Urbana grönområden	1	1	1	1

## 3. RESULTAT

### 3.1 Markanvändning

De största markanvändningsintressena i VMF var *rennäring*, som förekom i 96,3 % av rutnätets celler, och *skogsbruk* (63,4 %) (tabell 2). Även *turism* (47,7 %) utgjorde ett stort markanvändningsintresse. Därefter följde *infrastruktur* (26,6 %). *Naturvärden* (20,6 %) och *skyddade områden* (18,1 %) förekom i cirka en femtedel av cellerna och *kulturvärden* förekom i 8,0 % av cellerna.

#### 3.1.1 Rumsliga mönster hos markanvändningsintressena

Maximalt antal markanvändningsintressen i en cell var 6. Celler med 5 – 6 markanvändningsintressen (hotspots) utgjorde 1,8 % (656 celler av totalt 35 760). Vid visuell bedömning av karta över VMF som visar fördelning av celler med 5 – 6 markanvändningsintressen, återfanns dessa hotspots till stor del längs de båda älvdalarna (figur 2B). Analysen med Ripley K-funktionen visade att aggregeringen av celler med 5 – 6 markanvändningsintressen var tydlig från 0 upp till 5,5 mil (figur 3). Celler med 3 – 4 markanvändningsintressen utgjorde knappt 50 % (17 712 celler).

### 3.2 Ekosystemtjänster

Den dominerande markklassen var *skogsmark*, som återfanns i 48,7 % av rutnätets celler (tabell 2). Därefter följde *våtmarker* (17,6 %) och *busk- och hedmark* (14,7 %). Klassen *fjällbjörkskog* utgjorde 7,9 % och *vatten* 7,5 %. Figur 2A visar en karta över VMF med fördelning av alla markklasser exklusive skog. Förekomsten av ekosystemtjänster var generellt hög, då elva av femton tjänster förekom i mer än 50 % av rutnätets celler, och nio av dessa förekom i över 80 % av rutnätets celler (tabell 2). Allra vanligast förekommande var de kulturella tjänsterna (*estetiska värden*, *rekreation och turism*, *kulturella värden*) samt den stödjande tjänsten *habitatfunktion* och den försörjande tjänsten *naturprodukter*. Samtliga förekom i 98,7 – 99,7 % av rutnätets celler. De reglerande tjänsterna *biologisk kontroll* (89,1 %), *klimatreglering* (88,9 %), *katastrofreduktion* (81,6 %) och *vattenreglering* (81,6 %) förekom alla i över 80 % av rutnätets celler.

#### 3.2.1 Korrelation

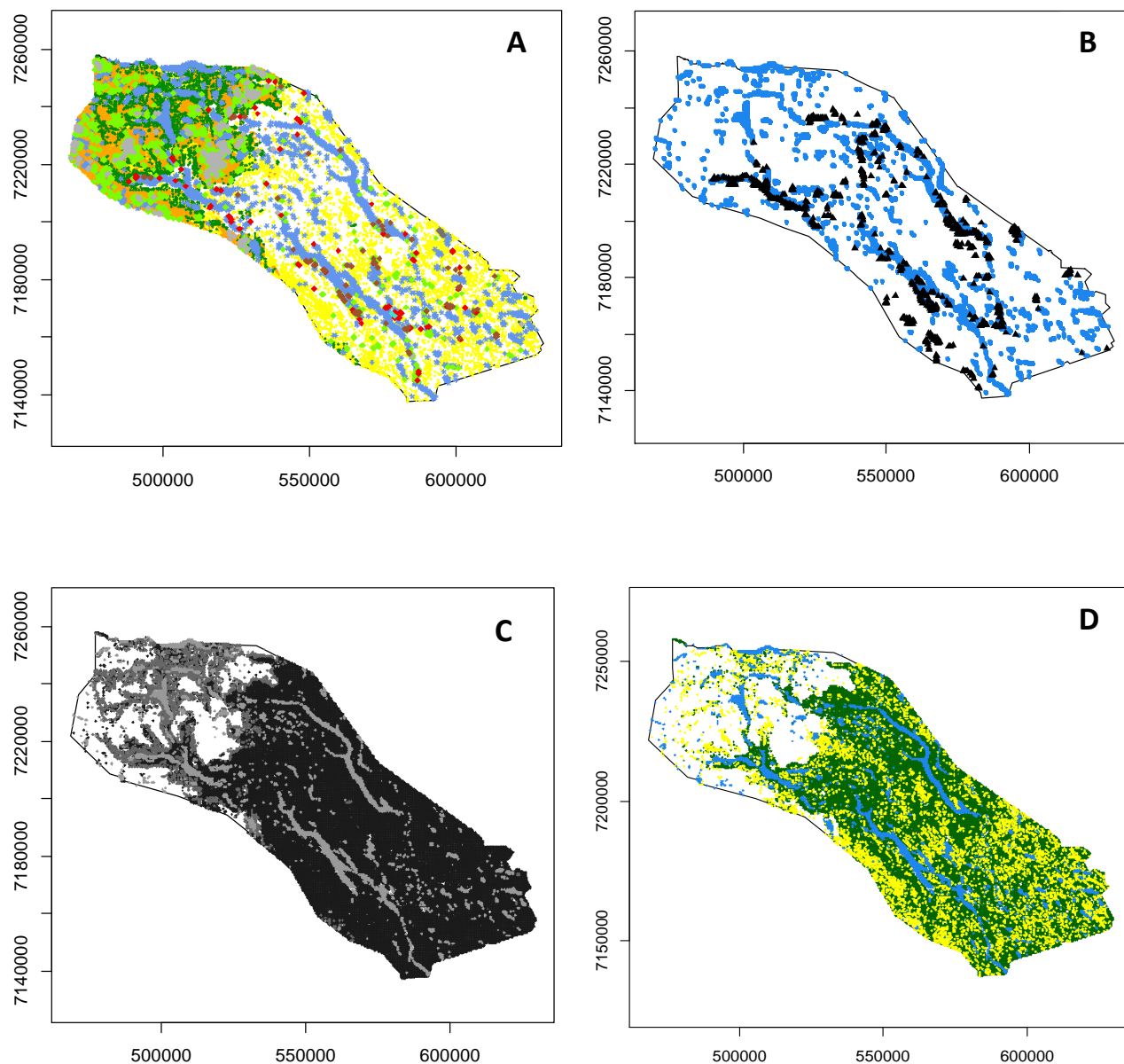
Korrelationen mellan antalet markanvändningsintressen och antalet ekosystemtjänster i en cell var svagt positiv ( $r_s=0,2$ ;  $p<0,001$ ).

### *3.2.2 Rumsliga mönster hos ekosystemtjänsterna*

Maximalt antal ekosystemtjänster i en cell var 11. Celler med 8 – 11 ekosystemtjänster (hotspots) utgjorde nästan 82 % (29 173 celler av totalt 35 760) och täckte därmed en stor del av landskapet (figur 2C). Vid visuell jämförelse av figur 2C, som visar en karta över VMF med hotspots för ekosystemtjänster, och figur 2D, som visar en karta över VMF med markklasserna skogsmark, våtmarker och vatten, verkade hotspots för ekosystemtjänster vara nära kopplade till dessa tre markklasser.

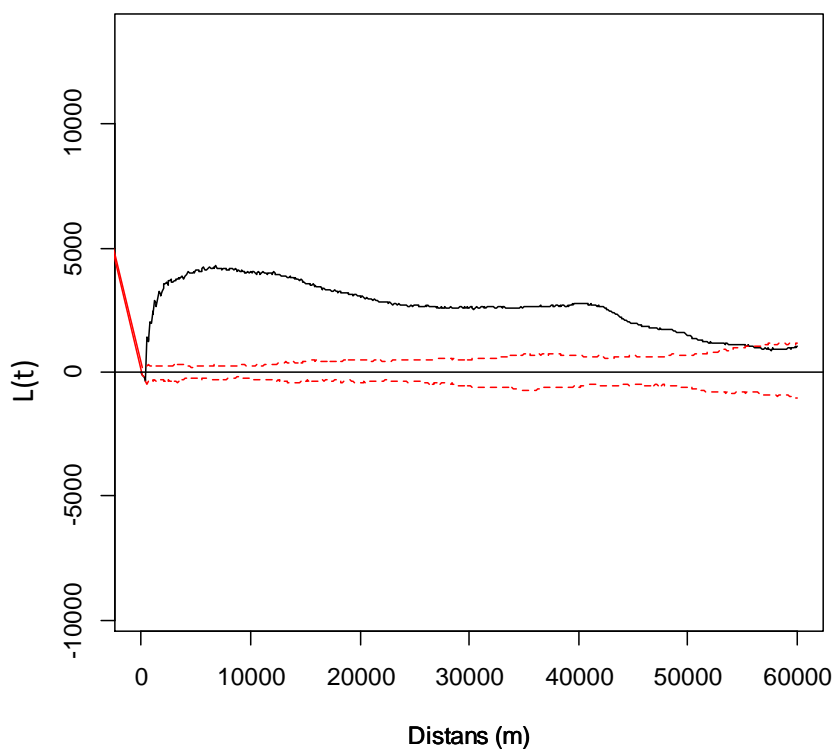
Tabell 2. Förekomst av markanvändningsintressen, markklasser (MODIS) och ekosystemtjänster i procentandel av rutnätets celler. Totalt antal celler = 35760. Notera att flera kategorier av markanvändningsintressen och ekosystemtjänster förekommer i en och samma cell. Ekosystemtjänsternas kategori anges inom parentes.

	Förekomst (%)
<b>Markanvändningsintressen</b>	
Rennäring	96,3
Skogsbruk	63,4
Turism	47,7
Infrastruktur	26,6
Naturvärden	20,6
Skyddade områden	18,1
Kulturvärden	8,0
Jordbruk	5,7
Vattenkraft	4,8
Gruvnäring	2,5
Vindkraft	0,4
Torvtäkt	0,2
Sand/grustäkt	0,1
<b>Markklasser (MODIS)</b>	
Skogsmark	48,7
Våtmarker	17,6
Busk- och hedmark	14,7
Fjällbjörkskog	7,9
Vatten	7,5
Gräs- och betesmark	2,4
Naturlig barmark	0,8
Bebyggelse	0,2
Odlad mark/åkermark	0,2
Barmark	0,0
Urbana grönområden	0,0
<b>Ekosystemtjänster</b>	
Estetiska värden ( <i>kulturell</i> )	99,7
Habitatfunktion ( <i>stödjande</i> )	99,5
Rekreation och turism ( <i>kulturell</i> )	99,5
Naturprodukter ( <i>försörjande</i> )	99,5
Kulturella värden ( <i>kulturell</i> )	98,7
Biologisk kontroll ( <i>reglerande</i> )	89,1
Klimatreglering ( <i>reglerande</i> )	88,9
Katastrofreduktion ( <i>reglerande</i> )	81,6
Vattenreglering ( <i>reglerande</i> )	81,6
Förebyggande av erosion ( <i>reglerande</i> )	74,1
Energi ( <i>försörjande</i> )	66,3
Kommersiella skogsprodukter ( <i>försörjande</i> )	48,7
Vattenkvalitet och näringsomsättning ( <i>reglerande</i> )	25,1
Transport och boende ( <i>försörjande</i> )	7,5
Odlade produkter ( <i>försörjande</i> )	2,6



Figur 2. **A.** Karta över VMF som visar fördelning av alla markklasser exklusive skogsmark. Gult = våtmarker, orange = busk- och hedmark, mörkgrönt = fjällbjörkskog, blått = vatten, ljusgrönt = gräs- och betesmarker, ljusgrått = naturlig barmark, mörkgrått = barmark, rött = bebyggelse, brunt = odlad mark/åkermark samt turkost = urbana grönområden. **B.** Karta över VMF som visar hotspots för markanvändningsintressen, d.v.s. celler med 5 – 6 markanvändningsintressen (svarta trianglar) och förekomst av markklassen vatten (blått). **C.** Karta över VMF som visar hotspots för ekosystemtjänster, d.v.s. celler med 8 – 11 ekosystemtjänster. Svart = 11, mörkgrått = 9, ljusgrått = 8 ekosystemtjänster per cell. **D.** Karta över VMF som visar markklasserna skogsmark, våtmarker och vatten.





Figur 3. Rumslig analys av celler med 5 – 6 markanvändningsintressen. Nollstrecket utgör referens för  $L(t)$  vid total slumpmässig rumslig fördelning. De röda, streckade linjerna visar ett 95-procentigt konfidensintervall baserat på 100 slumpmässiga simuleringar. Den svarta, heldragna linjen är det observerade mönstret. Positiva värden för  $L(t)$  indikerar att celler med 5 – 6 markanvändningsintressen är aggregerade.

### 3.2.3 GAM

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *naturprodukter* var generellt stor i hela studieområdet, men minskade något i fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 5A). Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten påverkades positivt av altitud (Bilaga 2: figur 5B), medan lutning hade obetydlig effekt (Bilaga 2: figur 5C). Lutningens orientering hade också effekt (tabell 3). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta naturprodukter i sydsluttningar än i sluttningar i övriga vädersträck. Sannolikheten påverkades även av jordart/marktyp (tabell 3). Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *naturprodukter* i vatten men signifikant lägre på sand/grus, jämfört med celler som domineras av andra jordarter/marktyper (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *odlade produkter* var liten i hela studieområdet, men något större i den nordöstra delen (Bilaga 2: figur 6A). Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten var större vid en altitud på cirka 400 m.ö.h., samt mellan 900 och 1200 m.ö.h. (Bilaga 2: figur 6B), och även ökande lutning hade en något positiv effekt (Bilaga 2: figur 6C). Det var signifikant högre sannolikhet att hitta odlade produkter i syd- och östsluttningar än i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre att hitta *odlade produkter* på sand/grus, men signifikant lägre på torv och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *kommersiella skogsprodukter* var störst i sydöstra och mellersta delen av studieområdet och minskade västerut mot fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 7A). Ökande altitud och lutning hade negativ effekt (Bilaga 2: figur 7B, figur 7C), medan topografiskt index hade positiv effekt på sannolikheten att hitta denna ekosystemtjänst (Bilaga 2: figur 7D). Lutningens orientering hade inte signifikant effekt på denna ekosystemtjänst (tabell 3). Sannolikheten påverkades däremot av jordart/marktyp. Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *kommersiella skogsprodukter* på morän och berg, men signifikant lägre på torv och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *transport och boende* var liten i hela studieområdet, men den ökade något västerut (Bilaga 2: figur 8A). Ökande altitud hade en något negativ effekt (Bilaga 2: figur 8B). En lutning på över 40 grader hade relativt stark negativ effekt på denna ekosystemtjänst (Bilaga 2: figur 8C) medan effekten av topografiskt index var obetydlig. Det var signifikant högre sannolikhet att hitta transport och boende i östsluttningar, men signifikant lägre i sydsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre att hitta *transport och boende* på sand/grus och i vatten, men signifikant lägre på torv (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *energi* var större i de östra delarna av studieområdet än i de västra (Bilaga 2: figur 9A). Effekten av ökande altitud var något negativ (Bilaga 2: figur 9B) och en lutning på över 30 grader hade tydlig negativ effekt (Bilaga 2: figur 9C). Effekten av topografiskt index var däremot tydligt positiv (Bilaga 2: figur 9D). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta *energi* i östsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på torv, men signifikant lägre på sand/grus och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *klimatreglering* var relativt stor i hela studieområdet, men minskade något västerut (Bilaga 2: figur 10A). Störst var sannolikheten på altituder mellan 600 och 800 m.ö.h., sedan minskade den med ökande altitud (Bilaga 2: figur 10B). Effekterna av lutning och topografiskt index var obetydliga (Bilaga 2: figur 10 C,D). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta *klimatreglering* i östsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän och torv, men signifikant lägre på sand/grus och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *katastrofreduktion* var stor i hela studieområdet, med undantag av den nordvästra delen (Bilaga 2: figur 11A). Sannolikheten var som störst vid altituder på cirka 500 m.ö.h. och minskade sedan med ökande altitud (Bilaga 2: figur 11B). Ett topografiskt index över 20 grader hade också negativ effekt (Bilaga 2: figur 11C). Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *katastrofreduktion* i syd- och västsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän och torv samt i vatten, men signifikant lägre på sand/grus (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *vattenreglering* var stor i hela studieområdet, med undantag av den nordvästra delen (Bilaga 2: figur 12A). Sannolikheten var som störst vid altituder på cirka 500 m.ö.h. och minskade sedan med ökande altitud (Bilaga 2: figur 12B). Ett topografiskt index över 20 grader hade också negativ effekt (Bilaga 2: figur 12C). Det var

signifikant högre sannolikhet att hitta *vattenreglering* i syd-, väst- och östsluttningar än i norrsluttningar (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän och torv samt i vatten, men signifikant lägre på sand/grus (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *vattenkvalitet och näringsomsättning* var liten i hela studieområdet, men något större i de sydvästra delarna (Bilaga 2: figur 13A). Störst var sannolikheten vid altituder kring 700 m.ö.h. (Bilaga 2: figur 13B), sedan minskade den med ökande altitud. En lutning på över 40 grader hade en något negativ effekt (Bilaga 2: figur 13C) medan effekten av topografiskt index var obetydlig (Bilaga 2: figur 13D). Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *vattenkvalitet och näringsomsättning* i östsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på torv och i vatten, men signifikant lägre på morän och berg (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *förebyggande av erosion* var stor i hela studieområdet, men minskade något västerut (Bilaga 2: figur 14A). Effekten av ökande altitud var negativ (Bilaga 2: figur 14B), liksom en lutning på över 30 grader (Bilaga 2: figur 14C). Effekten av topografiskt index var dock positiv. Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *förebyggande av erosion* i sydsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän och torv, men signifikant lägre på sand/grus, vittrad morän och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *biologisk kontroll* var stor i hela studieområdet, men minskade något i de södra delarna (Bilaga 2: figur 15A). Altituder mellan 400 och 800 m.ö.h. hade positiv effekt medan högre altituder hade negativ effekt (Bilaga 2: figur 15B). Effekten av lutning och topografiskt index var obetydlig (Bilaga 2: figur 15 C–D). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta *biologisk kontroll* i östsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän och torv, men signifikant lägre på sand/grus och i vatten (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *habitatfunktion* var stor i hela studieområdet, men minskade något i fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 16A). Ökad altitud hade positiv effekt (Bilaga 2: figur 16B) medan topografiskt index hade obetydlig inverkan (Bilaga 2: figur 16C). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta *habitatfunktion* i sydsluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre i vatten, men signifikant lägre på sand/grus (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *estetiska värden* var stor i hela studieområdet, men minskade något i fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 17A). Effekten av ökad altitud var dock positiv (Bilaga 2: figur 17B). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta estetiska värden i syd sluttningar än i sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre på morän (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *rekreation och turism* var stor i hela studieområdet, men minskade något i fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 18A). Ökad altitud hade positiv effekt (Bilaga 2: figur 18B), medan effekten av topografiskt index var obetydlig (Bilaga 2: figur 18C). Det var signifikant lägre sannolikhet att hitta *rekreation och turism* i sydsluttningar än i

sluttningar i övriga väderstreck (tabell 3). Sannolikheten var signifikant högre i vatten, men signifikant lägre på sand/grus (tabell 3).

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *kulturella värden* var stor i hela studieområdet, men något mindre i närheten av fjälltrakterna (Bilaga 2: figur 19A). Altituder mellan 400 och 900 m.ö.h. hade svagt positiv effekt, men altituder däröver inverkade negativt (Bilaga 2: figur 19B). Effekten av ökande lutning var svagt negativ (Bilaga 2: figur 19C). Lutningens orientering hade inte signifikant effekt på *kulturella värden* (tabell 3). Sannolikheten påverkades däremot av jordart/marktyp. Det var signifikant högre sannolikhet att hitta *kulturella värden* på morän, torv och i vatten, men signifikant lägre på sand/grus (tabell 3).

Tabell 3. Resultat av modellering med Generalized Additive Model (GAM). Hur sannolikheten att hitta var och en av de 15 ekosystemtjänsterna påverkas av lutningens orientering (det vill säga om lutningen vetter mot norr, syd, väst eller öst), samt av jordart/marktyp (isälvsediment, vatten, morän, torv, sand och grus, berg och vittrad morän). I tabellen visas de parametrar med signifikant effekt på sannolikheten att hitta respektive ekosystemtjänst.

<b>Ekosystemtjänst</b>	<b>Sign. positiv effekt</b>	<b>Sign. negativ effekt</b>
<i>Naturprodukter</i>	Vatten	Syd Sand/grus
<i>Odlade produkter</i>	Syd, Öst Sand/grus	Torv, Vatten
<i>Kommersiella skogsprodukter</i>	Morän, Berg	Torv, Vatten
<i>Transport och boende</i>	Öst Sand/grus, Vatten	Syd Torv
<i>Energi</i>	Torv	Öst Sand/grus, Vatten
<i>Klimatreglering</i>	Morän, Torv	Öst Sand/grus, Vatten
<i>Katastrofreduktion</i>	Syd, Väst Morän, Torv, Vatten	Sand/grus
<i>Vattenreglering</i>	Syd, Väst, Öst Morän, Torv, Vatten	Sand/grus
<i>Vattenkvalitet och näringsomsättning</i>	Öst Torv, Vatten	Morän, Berg
<i>Förebyggande av erosion</i>	Syd Morän, Torv	Öst Sand/grus, Vittrad morän, Vatten
<i>Biologisk kontroll</i>	Morän, Torv	Öst Sand/grus, Vatten
<i>Habitatfunktion</i>	Vatten	Syd Sand/grus
<i>Estetiska värden</i>	Morän	Syd
<i>Rekreation och turism</i>	Vatten	Syd Sand/grus
<i>Kulturella värden</i>	Morän, Torv, Vatten	Sand/grus

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Markanvändning

De markanvändningsintressen med förekomst i studieområdet var rennäring, skogsbruk, turism, infrastruktur och naturvärden. Rennäringen är en arealkrävande näring och det återspeglas i att den förekom i 96 % av området. Ovanför gränsen för fjällnära skog (enligt SKSFS 1991:3) bedrivs renskötsel året runt på all mark, och nedanför gränsen finns skogsland tillgängligt för renskötsel under vinterhalvåret. Detta kan jämföras med hela Sverige där renskötsel bedrivs på cirka 55 % av Sveriges landareal (Sandström m.fl. inskickat). Skogsbruket hade intressen i drygt 60 % av området, vilket kan jämföras med att 57 % procent av Sveriges areal består av produktiv skogsmark (Nilsson & Cory 2013).

Naturvärden förekom i 20 % av cellerna, och skyddade områden i knappt 20 %. Dessa siffror säger dock ingenting om var i landskapet naturvärdena och de skyddade områdena finns, om kvalitén på naturvärdena eller om storleken på den sammanlagda arealen av skyddade områden. Enligt Svensson m.fl. (2012) uppgick förlusten av naturskog till 63 % år 2005 (räknat med 1958 som basår på de 66 % av VMF som utgjordes av skogsmark detta år) till följd av trakthyggesbruk, vilket innebär att endast fragment av naturskogen finns kvar idag. Skogsbruket har varit intensivt i den östra, låglänta delen, medan de fjällnära skogarna i den västra delen av studieområdet är relativt opåverkade. Det är därför rimligt att anta att en stor del av naturvärdena återfinns i de västra delarna av landskapet. Det finns idag 19 naturreservat i Vilhelmina kommun (Länsstyrelsen 2014). Dessa finns spridda i landskapet och inkluderar olika naturtyper såsom myrar, sumpgranskog, naturskog, förfjäll, fjällmassiv och fjällurskog.

Markanvändningsintresset turism förekom i nästan 50 % av cellerna. Det data som ligger till grund för sammanställningen av markanvändningsintresset turism är ett kartskikt över riksintresse för friluftsliv. Detta kartskikt visade att det finns stor potential för en ökad turism. Dock visade det inte vilka delar av landskapet som är viktiga för turism och friluftsliv. Intresset infrastruktur består av ett flertal komponenter som bebyggelse och vägar, kraftledningar med mera. Här är det viktigt att poängtera att det inte är en fjärdedel av arealen som berörs, utan att det fanns någon form av infrastruktur i cirka en fjärdedel av alla celler.

Ett intressant resultat var att hotspots för markanvändningsintressen uppträdde aggregerade i landskapet och att de till stor del återfanns nära vatten längs de båda älvdalarna. Det tyder på att förekomsten av vatten är en viktig förklarande faktor för markanvändning. Det bör dock poängteras att det primärt handlar om att vägar och annan infrastruktur i landskapet finns längs älvdalarna, och i större utsträckning tillgängliggör det landskap som finns nära för markanvändning.

Det var endast en mindre del (cirka 2 %) av cellerna som utgjorde hotspots för markanvändningsintressen, dvs celler med totalt 5 – 6 markanvändningsintressen. Risk för konflikter finns förstås även i celler med färre intressen. Till exempel förekom fler än två markanvändningsintressen i hälften av hela studieområdet, vilket innebär att det här finns en

potentiell risk för konflikter. Det vore därför intressant att studera om också celler med 3 – 4 markanvändningsintressen finns aggregerade i landskapet.

Det kan konstateras att den reella påverkan på landskapet från en viss markanvändning kan vara betydligt större än vad den procentuella förekomsten i cellerna anger. Till exempel är inte vattenkraft och gruvnäring areellt omfattande markanvändningsintressen såsom rennärings och skogsbruket, men påverkan på omgivningen kan sträcka sig långt utanför de områden där dessa intressen finns utmärkta. En vattenkraftsdamm har stor påverkan på vattenekosystemet både uppströms och nedströms dammen (Nilsson & Berggren 2000). Enligt Jansson (2008) härrör de mest omfattande ekologiska konsekvenserna av vattenkraftsproduktion från fragmentering av älvfåran och de förändrade flödena. Vattenekosystemen förändras i grunden genom att dammar förhindrar flöden av arter, sediment och organiskt material längs älvarna. Dessa barriäreffekter kan påverka hela avrinningsområdet. Den största effekten uppströms en damm i ett vattendrag är att vattenvolymen ökar, med resultatet att strandzonen och området i närheten översvämmas. Detta kan vara särskilt negativt i fjällnära eller nordliga lägen, där älvdalar ofta utgör de mest produktiva landskapselementen (Nilsson och Berggren 2000). Gruvnäring kan påverka omgivningen till exempel genom utsläpp av föroreningar till omgivande vattendrag, sjöar och grundvatten, och hanteringen av gruvavfall kan föra med sig miljöeffekter under lång tid (SGU Sveriges Geologiska Undersökning). En gruva har förstås också inverkan på de rent estetiska aspekterna av landskapet.

Konflikter gällande markanvändning har förekommit i Vilhelmina kommun under senare år. Vattenkraftbolaget Vattenfall ville 2005 göra en vattenkraftsutbyggnad i Vojmån i närheten av Vilhelmina samhälle, vilket väckte protester hos kommunens invånare (Dagens Nyheter 2005). Planerna fick läggas ner 2008 efter en folkomröstning, där resultatet blev ett knappt nej. Gruvbolaget Vilhelmina Mineral AB fick 2014 avslag av Bergsstaten på sin ansökan om att få återuppta verksamhet i Stekenjokkgruvan, som tidigare varit i bruk mellan 1976 och 1988. Stekenjokkområdet utgör riksintresse både för rennärings och för värdefulla ämnen och mineral (Bergsstaten 2014). Bergsstaten gav rennäringsen företräde, då Stekenjokk anses vara av central betydelse för rennäringsen och en framtida gruvdrift bedömdes ha en mycket negativ inverkan på denna. De berörda samebyarna anser att förutsättningarna för renskötsel i området avsevärt förändrats under senare år, och att konkurrensen om de aktuella markområdena från andra markanvändningsintressen är väsentligen större än tidigare. Exempelen ovan visar på att det finns konkreta konflikter mellan olika markanvändningsintressen, och att det därför är viktigt att känna till hur de interagerar med varandra.

## 4.2 Ekosystemtjänster

Nio av de 15 ekosystemtjänsterna förekom i fler än 80 % av cellerna. Bland de nio fanns försörjande, stödjande, kulturella och reglerande ekosystemtjänster representerade. Den rikliga förekomsten av ekosystemtjänster i VMF kan förklaras av att de flesta är kopplade till skog och att skog förekommer i så stor del av studieområdet. Likaså är många ekosystemtjänster kopplade till våtmarker och vatten. Att skogsmark, våtmarker och vatten utgjorde hotspots för ekosystemtjänster är inte förvånande med tanke på den binära tabellen, där dessa klasser har en främjande inverkan på de flesta av ekosystemtjänsterna. Det är däremot förvånande att inte

klassen fjällbjörkskog genererade hotspots, eftersom den har en främjande inverkan på 10 av ekosystemtjänsterna i den binära tabellen.

En tänkbar förklaring till den rikliga förekomsten av ekosystemtjänster kan vara att klassningen i den binära tabellen var för generös. Tabellen baserades på expertbedömningar och vetenskaplig litteratur (Grêt-Regamey m.fl. 2012), vilket gör att bedömningen av de binära förhållandena mellan markklasser och ekosystemtjänster var mer eller mindre subjektiv. En ytterligare förklaring till ekosystemtjänsternas rikliga förekomst kan vara den relativt grova upplösningen i data på 500x500 m celler. En och samma cell kan rymma flera olika markklasser, fast den endast är klassad enligt en av dem. Den grova upplösningen i kombination med en generös binär tabell kan ha fått till följd att förekomst av en ekosystemtjänst i en liten del av cellen fick oproportionerligt stort utslag. Markklasserna kan alltså ge varierande utslag beroende på vilken upplösning data har. Om två markklasser förekommer i en cell, klassas alltså cellen endast enligt den dominerande klassen. En högre upplösning (exempelvis 250 m-celler) skulle kunna ge en mer exakt bild av landskapet, genom att den tillåter större variation bland klasserna. Konarska m.fl. (2002) använde markklasser som proxy för ekosystemtjänster. Enligt dem har den spatiala upplösningen i data stor inverkan på resultatet vid studier av ekosystemtjänster. I deras studie användes en så hög upplösning som 30 m för ett nationellt marktäckedataset med 21 markklasser. Vilken upplösning data bör ha ska förstås avgöras av vad som studeras, och i vilken skala studien utförs. Enligt Dick m.fl. (2014) lämpar sig vissa ekosystemtjänster bättre att studera i större skala (t.ex. klimatreglering), medan andra (t.ex. estetiska och kulturella värden) är mer relevanta i lokal skala. Med större skala menas här nationell eller kontinental.

Sannolikheten att hitta ekosystemtjänster var generellt stor i hela landskapet, men för tio av dem minskade sannolikheten i fjälltrakterna. Bland dessa ekosystemtjänster fanns estetiska värden, rekreation och turism samt kulturella värden. Detta är ett märkligt resultat, eftersom fjällmiljöer ofta är kända för just dessa ekosystemtjänster. Några av resultaten från modelleringen med GAM motsäger direkt varandra. Till exempel hade ökad altitud å ena sidan positiv effekt på sannolikheten att hitta naturprodukter enligt modellen, medan sannolikheten å andra sidan minskade mot fjälltrakterna. Vidare hade altitud en något negativ inverkan på sannolikheten att hitta transport och boende, medan sannolikheten ökade något västerut. Effekten av ökad altitud var positiv för estetiska värden och för rekreation och turism, vilket ju motsäger att sannolikheten att hitta dessa ekosystemtjänster minskar i fjälltrakterna. Lutningen hade något positiv effekt på sannolikheten att hitta en av ekosystemtjänsterna (odlade produkter), medan effekten var negativ för fem av dem (transport och boende, energi, vattenkvalitet och näringsomsättning, förebyggande av erosion, samt kulturella värden). Att lutningen skulle ha negativ effekt på vattenkvalitet och näringsomsättning är lite förvånande, eftersom rinnande vatten kan antas ha en positiv effekt på vattenkvalitet och omsättning av näring.

De viktigaste förklarande parametrarna för sannolikheten att hitta ekosystemtjänster var jordart/marktyp morän, torv och vatten. Det förefaller vara ett rimligt resultat, eftersom det också är dessa marktyper som är vanligast i studieområdet. Däremot finner jag det svårt att förklara varför morän skulle ha positiv effekt på sannolikheten att hitta de kulturella ekosystemtjänsterna estetiska värden och kulturella värden. Ett intressant resultat var att torv hade signifikant positiv effekt på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten klimatreglering. Troligen kan detta förklaras av att torv finns i myrmarker och att dessa lagrar kol. Att vatten däremot hade negativ effekt på



klimatreglering är anmärkningsvärt, eftersom vatten har en förmåga att buffra värme. Effekten av lutningens orientering varierade stort mellan ekosystemtjänsterna. Syd- och östsluttningar hade signifikant effekt (positiv eller negativ) på sannolikheten att hitta nio respektive åtta av dem, medan västsluttningar hade signifikant effekt (positiv) endast på två ekosystemtjänster. Jag finner det mycket förvånande att sydsluttningar hade negativ inverkan på sannolikheten att hitta en tredjedel av ekosystemtjänsterna (naturprodukter, transport och boende, habitatfunktion, estetiska värden, samt rekreation och turism). Sannolikheten att hitta såväl naturprodukter som rekreation och turism hade förväntats påverkas positivt av sydlig orientering.

Sammanfattningsvis kan sägas att det var svårt att tolka GAM-resultatet och att bedöma resultatens relevans, eftersom det inte specificerades närmare vad som ingår under de olika ekosystemtjänsterna. Grêt-Regamey m.fl. (2012) inkluderar ingen redogörelse för detta. Till exempel är det oklart huruvida vattenkraft räknas som förnyelsebar energi. Om så var fallet borde rimligen markklassen vatten genererat en etta hos ekosystemtjänsten energi i den binära tabellen. Med nuvarande tabell hade markklassen vatten signifikant negativ inverkan på sannolikheten att hitta energi. Det kan också diskuteras om transport och boende klassificeras som ekosystemtjänst. Jag valde att ändå ta med transport och boende i detta arbete eftersom det är av intresse ur ett samhällsperspektiv. Jag vill här poängtera behovet av att specificera ekosystemtjänsterna och att anpassa den binära tabellen efter de förhållanden som råder i det specifika studieområdet.

### **4.3 Markanvändning och ekosystemtjänster**

Att korrelationen mellan förekomsten av markanvändningsintressen och ekosystemtjänster var svag beror troligen på att förekomsten av ekosystemtjänster var så hög. Detta betyder inte att risken för konflikter mellan olika markanvändningsintressen och ekosystemtjänstutnyttjande är låg i celler med många markanvändningsintressen. Flera av dessa celler innehåller även rikligt med ekosystemtjänster. Däremot finns det många celler med riklig förekomst av ekosystemtjänster som har ett relativt lågt markanvändningstryck, om man ser till andelen markanvändningsintressen i cellerna. Här ska tilläggas att ett enskilt markanvändningsintresse i en cell kan utesluta både andra markanvändningsintressen och ett utnyttjande av olika ekosystemtjänster i cellen. Till exempel kan gruvdrift förhindra eller helt omöjliggöra nyttjandet av en lång rad ekosystemtjänster; såsom estetiska värden, habitatfunktion, rekreation och turism, naturprodukter, vattenreglering samt vattenkvalitet och näringsomsättning.

För att hantera konflikter mellan olika markanvändningsintressen krävs specifika redskap som främjar kommunikation och samarbete. Som exempel kan nämnas Renbruksplaner (RBP), som är ett kommunikations- och planeringsverktyg skapat för Sveriges samebyar (Vestman 2014). RBP används av renskötare bland annat som stöd i diskussioner med andra markanvändare för att kommunicera och visa rennäringens verksamhet. Att utveckla liknande redskap som kan underlätta konflikthantering även inom andra områden tror jag är en viktig del i arbetet för ett hållbart brukande av skogslandskapet. Information om ekosystemtjänster kan förväntas bli en viktig del i RBP framöver (Naturvårdsverket 2014).

## 4.4 Tillämpning och framtida studier

Enligt Haines-Young (2009) återstår stora luckor i vår kunskap om sambanden mellan landskapsstruktur, biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Behovet är stort av såväl kvantitativ som kvalitativ data över markanvändning och dess effekt på biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Kvantifiering, kartläggning och modellering av ekosystemtjänster anses vara metoder som har stor potential att underlätta förvaltning och främjande av ekosystem (Iverson m.fl. 2014), men för att ekosystemtjänstbegreppet ska kunna införlivas i landskapsplanering och beslutsfattande behövs standardiserade definitioner för varje ekosystemtjänst samt mer strikt definierade metoder för att kartlägga dem (Maes m.fl. 2012). Målet i en Model Forest är att främja ett brukande av skogslandskapet som bibehåller dess ekologiska, ekonomiska och socio-kulturella funktioner. Ekosystemtjänstansatsen tror jag kan vara mycket användbar i VMF, genom att begreppet synliggör landskapets värden och funktioner och därmed kan underlätta kommunikation mellan markanvändare då olika intressen konkurrerar. Denna typ av studie ger en översiktlig bild av landskapets sammansättning. Förhoppningsvis kan den utgöra en grund för vidare studier i VMF. En intressant vidareutveckling vore att göra en mer detaljerad kartläggning av den rumsliga fördelningen av markanvändningsintressen, genom att studera dem var för sig, och analysera huruvida de är aggregerade i landskapet. Det skulle också vara av intresse att identifiera vilka ekosystemtjänster som kan sättas i samband med specifika markklasser, samt med områden med höga naturvärden. En ekosystemtjänstansats skulle då kunna ge underlag för prioriteringar av naturvårdinsatser.

## 5. SLUTSATSER

God kännedom om markanvändning och ekosystemens förutsättningar att leverera varor och tjänster för ett visst landskap är en förutsättning för en långsiktigt hållbar landskapsplanering. Inte minst viktigt är att känna till de rumsliga sambanden och var i ett landskap det finns flera olika markanvändningsintressen och ekosystemtjänster. Den binära tabellen utgör en förenklad metod för att undersöka komplexa samband mellan landskapets element (markklasserna) och dess funktioner (ekosystemtjänsterna). Samband i naturen är vanligtvis inte linjära och landskapets sammansättning är långt mer komplext än vad metoden kan illustrera. Emellertid tror jag att det här sättet att kartlägga och kvantifiera markanvändning och ekosystemtjänster på landskapsnivå är användbart, men att metoden behöver utvecklas. Nedan följer några förslag:

- Tabellen bör anpassas efter de specifika förhållanden som råder i det område som studeras. På så sätt blir underlaget till de binära sambanden betydligt säkrare.
- Vilka ekosystemtjänster som är relevanta i det aktuella studieområdet bör identifieras. Därmed kan studien fokusera enbart på de ekosystemtjänster som är av betydelse i området.
- Det måste specificeras närmare vad som ingår under de olika ekosystemtjänsterna.
- En högre upplösning på datat (exempelvis 250 m-celler) skulle kunna ge en mer detaljerad bild av landskapet.
- Mindre områden i landskapet kan studeras var för sig. Det skulle också underlätta en högre upplösning på datat.
- En mer detaljerad markklassning kan göras. Till exempel skulle det gå att dela upp markklassen skogsmark i två eller fler klasser. Både SMD och MODIS skiljer på barr- och lövskog.

## REFERENSER

- Ahlcrona, E. (2003) Nomenklatur och klassdefinitioner. Utgåva 2.3. Lantmäteriet. SCMD-0001.
- Anon. (1970) Man's impact on the global environment. Study of Critical Environmental Problems (SCEP). MIT Press, Cambridge. 319 sidor.
- Anon. (2012a) Celebrating 20 years of innovation and impact. 2012 annual report. International Model Forest Network (IMFN). Tillgänglig på <http://www.imfn.net/publications>. 2013-11-11.
- Anon. (2012b) Sammanställd information om ekosystemtjänster. Skrivelse 2012-10-31. Naturvårdsverket (2012) NV-00841-12.
- Axelsson, R., Angelstam, P. & Svensson, J. (2007) Natural forest and cultural woodland with continuous tree cover in Sweden: How much remains and how is it managed? *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 545–558.
- Baddeley, A. & Turner, R. (2005) Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12:6, 1–42.
- Berglund, H. & Jonsson, B.G. (2005) Verifying an extinction debt among lichens and fungi in Northern Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19: 338–348.
- Bergsstaten (2014) Beslut 2014-02-19. Bolagets ansökan om bearbetningskoncessioner för områdena Stekenjokk K nr 1 och Levi K nr 1 i Vilhelmina kommun, Västerbottens län och Strömsunds kommun, Jämtlands län. Delgiv.nr 127/2014.
- Chapin III, F.S., Carpenter, S.R., Kofinas, G.P., Folke, C., Abel, N., Clark, W.C., Olsson, P., Stafford Smith, D.M., Walker, B., Young, O.R., Berkes, F., Biggs, R., Morgan Grove, J., Naylor, R.L., Pinkerton, E., Steffen, W. & Swanson, F.J. (2009) Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 241–249.
- Carlsson, J. & Lidestav, G. (2012) Vilhelmina Model Forest – hållbart skogsbruk med sociala värden. SLU. Fakta skog 7 2012.
- Cedergren, J., 2008. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Meddelande 1 – 2008. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Crawley, M.J. (2013) *The R Book*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, U.K. 1051 sidor.
- Crossman, N.D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G., Martín-Lopez, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M.B. & Maes, J. (2013) A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services* 4: 4–14.
- Dagens Nyheter (2005) Hårda protester mot utökad vattenkraft. <http://www.dn.se/nyheter/sverige/harda-protester-mot-utokad-vattenkraft/>. Publicerat 2005-12-26, nedladdat 2014-09-23.
- Daily, G.C. (1997) Introduction: what are ecosystem services. I: Daily, G.C. (Red.), *Nature's Services*. Island Press, Washington DC. Sida 1–10.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7: 260–272.
- Dick, J.M., Smith, R.I. & Scott, E.M. (2011) Ecosystem services and associated concepts. *Environmetrics* 22: 598–607.
- Dick, J., Maes, J., Smith, R.I., Paracchini, M.L. & Zulian, G. (2014) Cross-scale analysis of

- ecosystem services identified and assessed at local and European level. *Ecological Indicators* 38: 20–30.
- Diggle, P.J. (1983) Statistical analysis of spatial point patterns. Academic Press, London, UK.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. (1997) Boreal forests. *Ecological Bulletins* 46: 16–47.
- Fisher, B., Turner, R.K. & Morling, P. (2009) Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643–653.
- Fritz, Ö., Gustafsson, L. & Larsson, K. (2008) Does forest continuity matter in conservation? A study of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests in southern Sweden. *Biological Conservation* 141: 655–668.
- GISdata från Länsstyrelserna. <http://www.gis.lst.se/lstgis/>. Nedladdat augusti 2013.
- Geodataportalen. <http://www.geodata.se/GeodataExplorer/index.jsp?loc=sv>. Nedladdat 2012-12-06 samt maj 2013.
- Geoservices Länsstyrelsen. [http://ext-geoservices.lansstyrelsen.se/ArcGIS/rest/services/Vektor/Planeringsunderlag\\_W/MapServer/223](http://ext-geoservices.lansstyrelsen.se/ArcGIS/rest/services/Vektor/Planeringsunderlag_W/MapServer/223). Nedladdat 2011.
- Grêt-Regamey, A., Brunner, S.H. & Kienast, F. (2012) Mountain ecosystem services: who cares? *Mountain Research and Development* 32: 23–34.
- Haines-Young, R. (2009) Land use and biodiversity relationships. *Land Use Policy* 26: 178–186.
- Hedenås, H. & Ericson, L. (2008) Species occurrences at stand level cannot be understood without considering the landscape context: Cyanolichens on aspen in boreal Sweden. *Biological conservation* 141: 710–718.
- Hedenås, H., Bolyukh, V.O. & Jonsson, B.G. (2003) Spatial distribution of epiphytes on *Populus tremulain* relation to dispersal mode. *Journal of Vegetation Science* 14: 233–242.
- Iverson, L., Echeverria, C., Nahuelhual, L. & Luque, S. (2014) Ecosystem services in changing landscapes: an introduction. *Landscape Ecology* 29: 181–186.
- Jansson, R. (2008) Bedömning av ekologisk potential i utbyggda vatten i Norrland. Rapport. Landskapsekologigruppen, Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet.
- Jensen, E.L. (2002) Som man ropar i skogen: Modernitet, makt och mångfald i kampen om Njakafjäll och i den svenska skogsbruksdebatten 1970-2000.
- Jougda, L. (2012a) Manual för RenGIS 2.0. Skogsstyrelsen, Vilhelmina.
- Jougda, L. (2012b) Manual för omvärldsfaktorer. Skogsstyrelsen, Vilhelmina.
- Jougda, L., Svensson, J., Angelstam, P., Axelsson, R., Liedholm, H., Ederlöf, E., Myhrman, L., Sandström, P & Törnblom, J. (2006) Arenor för hållbart brukande av landskapets alla värden – begreppet Model Forest som ett exempel. Skogsstyrelsen, Rapport 7, 2006, Jönköping.
- Kenkel, N.C. (1988) Pattern of self-thinning in Jack Pine: Testing the random mortality hypothesis. *Ecology* 69: 1017–1024.
- Kienast, F., Bolliger, J., Marion Potschin, M., de Groot, R.S., Verburg, P.H., Heller, I., Wascher, D. & Haines-Young, R. (2009) Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe. *Environmental Management* 44: 1099–1120.
- Konarska, K., Sutton, P.C. & Castellon, M. (2002) Evaluating scale dependence of ecosystem service valuation: a comparison of NOAA-AVHRR and Landsat TM datasets. *Ecological Economics* 41: 491–507.
- Lantmäteriet (2013). Fastighetskartan. <http://www.lantmateriet.se/Kartor-och-geografisk->

- information/Kartor/Fastighetskartan/. Nedladdat maj 2013.
- Länsstyrelsen Västerbotten (2014) Naturreservat i Västerbotten. Urval: Vilhelmina kommun, Naturreservat. Nedladdat 2014-10-01 från <http://www.lansstyrelsen.se/VASTERBOTTEN/SV/DJUR-OCH-NATUR/SKYDDAD-NATUR/NATURRESERVAT/Pages/default.aspx?free=&mun=13&cs=&atype=1&noitem=20&theme=&serinf=>.
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, J.P., Grizzetti, B., Drakou, E.G., La Notte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L., & Bidoglio, G. (2012) Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1: 31–39.
- Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R. & Schröter, D. (2006) The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114: 69–85.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC.
- Naturvårdsverket (2014) Förslag till en strategi för miljö kvalitetsmålet Storslagen fjällmiljö. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Skrivelse 2014-06-05. 220 sidor.
- Nilsson, C. & Berggren, K. (2000) Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. *BioScience* 50: 783–792.
- Nilsson, P. & Cory, N. (2013) *Skogsdata 2013*. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.
- Nordén, B. & Appelqvist, T. (2001) Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and conservation* 10: 779–791.
- Regeringens proposition 2013/14:141. En strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. 194 sidor.
- Riksantikvarieämbetet (2013) Fornsök. <http://www.raa.se/hitta-information/fornsok-fmis/>. Nedladdat maj 2013.
- Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L. & Borchert, N. On the Decline of Ground Lichen Forests in the Swedish Boreal Landscape – Implications for Reindeer Husbandry and Sustainable Forest Management. Inskickat till Ambio.
- SGU Sveriges Geologiska Undersökning. [http://www.spatineo.com/#/?&\\_suid=1397145714564019914823285929317](http://www.spatineo.com/#/?&_suid=1397145714564019914823285929317). Nedladdat maj 2013.
- SGU Sveriges Geologiska Undersökning. Gruvor och miljö påverkan. <http://www.sgu.se/mineralnaring/gruvor-och-miljopaverkan/>. Nedladdat 2014-09-23.
- Skogsstyrelsen (2004) Kontinuitetsskogar – en förstudie. Skogsstyrelsen, Meddelande 1, 2004, Jönköping.
- Skogsstyrelsen (2012–2013) Skogens källa. <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Karttjanster/Skogens-Kalla/>. Nedladdat 2012-06-19 samt 2013-08-31.
- Skogsstyrelsen (2013) Skogens pärlor. SkogoHistoria-skikten. <http://minasidor.skogsstyrelsen.se/skogensparlor/>. Nedladdat maj 2013.
- Svensson, J., Fries, C. & Jougda, L. (2004) Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network. Skogsstyrelsen, Rapport 6, 2004, Jönköping.
- Svensson, J., Sandström, P., Sandström, C., Jougda, L. & Baer, K. (2012) Sustainable landscape management in the Vilhelmina Model Forest, Sweden. *The Forestry Chronicle* 88: 291–297.

- Thellbro, C. (2012) Deltagande projekt 2012-2015. Nedladdat 2014-09-25 från [http://www.modelforest.se/images/sampledData/PDF/projektdokument/Deltagande\\_projekt\\_VMF\\_2012\\_2015\\_120928\\_komp.pdf](http://www.modelforest.se/images/sampledData/PDF/projektdokument/Deltagande_projekt_VMF_2012_2015_120928_komp.pdf).
- Turner, W.R., Brandon, K., Brooks, T.M., Costanza, R., Da Fonseca, G.A.B. & Portela, R. (2007) Global conservation of biodiversity and ecosystem services. *BioScience* 57: 868–873.
- Vindbrukskollen. <http://www.vindlov.se/Vindbrukskollen/>. Nedladdat augusti 2013.
- Vestman, H. (2014) Renbruksplan – från tanke till verklighet. Skogsstyrelsen, Rapport 2, 2014, Jönköping.
- Westman, W. (1977) How much are nature's services worth? *Science* 197: 960–964.
- Wilson, M.F.J., O'Connell, B., Brown, C., Guinan, J.C. & Grehan, A.J. (2007) Multiscale terrain analysis of multibeam bathymetry data for habitat mapping on the continental slope. *Marine Geodesy* 30: 3–35.
- Wood, S. (2006) *Generalized Additive Models. An introduction with R*. Chapman & Hall/CRC, US.
- Wood, S. (2013) Package 'mgcv'. Version 1.7-26. <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcv/mgcv.pdf>. Nedladdat september 2013.

# BILAGOR

## Bilaga 1. Markklasser enligt SMD översatta till MODIS

Markklasser enligt SMD som översatts till MODIS-systemet. Klassen urbana grönområden finns i SMD, men inte i MODIS. Klasserna fjällbjörkskog och naturlig barmark är helt nya. MODIS-klassernas koder anges inom parentes.

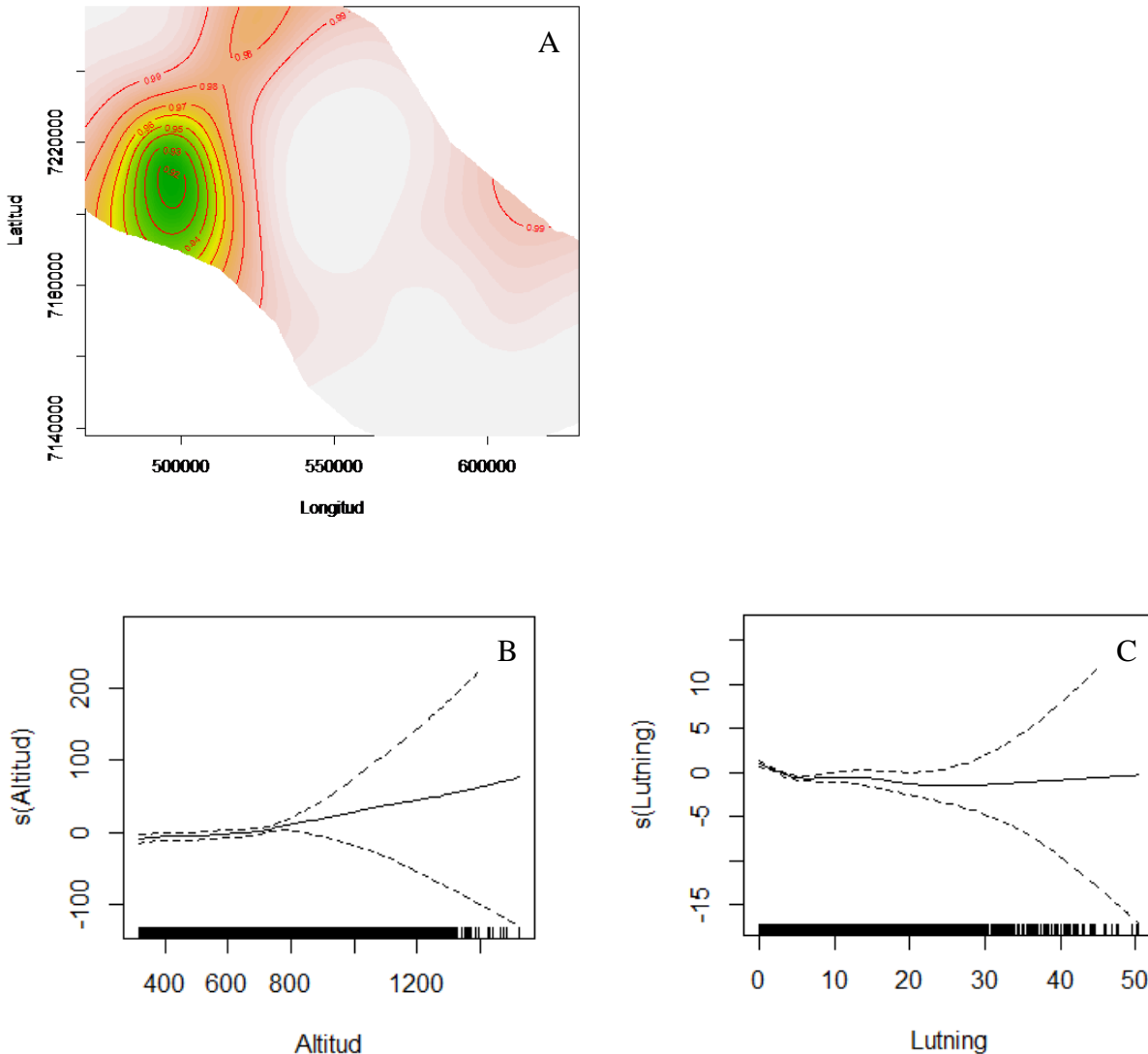
Kod (SMD)	Markklass (SMD)	Markklass (MODIS)
1	Tät stadstruktur	Bebyggelse (13)
2	Orter med mer än 200 invånare och mindre områden av trädgårdar och grönområden	Bebyggelse (13)
3	Orter med mer än 200 invånare och med större områden av trädgårdar och grönområden	Bebyggelse (13)
4	Orter med mindre än 200 invånare	Bebyggelse (13)
5	Landortsbebyggelse med tomtmark av öppen karaktär	Bebyggelse (13)
6	Industri, handelsenheter, offentlig service och militära förläggningar	Bebyggelse (13)
7	Väg- och järnvägsnät med kringområden	Bebyggelse (13)
8	Hamnområden	Bebyggelse (13)
9	Flygplats	Bebyggelse (13)
10	Grus- och sandtag	Bebyggelse (13)
11	Övriga mineralextraktionsplatser	Bebyggelse (13)
12	Deponier	Bebyggelse (13)
13	Byggplatser	Bebyggelse (13)
14	Urbana grönområden	Urbana grönområden
15	Idrottsanläggning, skjutbana, motorbana samt hästportanläggning och hundkapplöpningsbana	Urbana grönområden
16	Flygfält (gräs)	Urbana grönområden
17	Skidpist	Urbana grönområden
18	Golfbana	Urbana grönområden
19	Ej urban park	Skogsmark (1–5)
20	Campingplats och fritidsbebyggelse	Bebyggelse (13)
30	Åkermark	Odlad mark/åkermark (12)
31	Frukt-och bärodling	Odlad mark/åkermark (12)
32	Betesmarker	Gräs- och betesmark (10)
40	Lövskog, ej på myr eller berg-i-dagen	Fjällbjörkskog
40	Lövskog, ej på myr eller berg-i-dagen	Skogsmark (1–5)
41	Lövskog på myr	Skogsmark (1–5)
41	Lövskog på myr	Fjällbjörkskog
42	Lövskog på berg-i-dagen	Skogsmark (1–5)
42	Lövskog på berg-i-dagen	Fjällbjörkskog
43	Barrskog på lavmark	Skogsmark (1–5)
44	Barrskog, ej på lavmark 5-15 meter	Skogsmark (1–5)
45	Barrskog, ej på lavmark > 15 meter	Skogsmark (1–5)
46	Barrskog på myr	Skogsmark (1–5)
47	Barrskog på berg-i-dagen	Skogsmark (1–5)
48	Blandskog, ej på myr eller berg-i-dagen	Skogsmark (1–5)



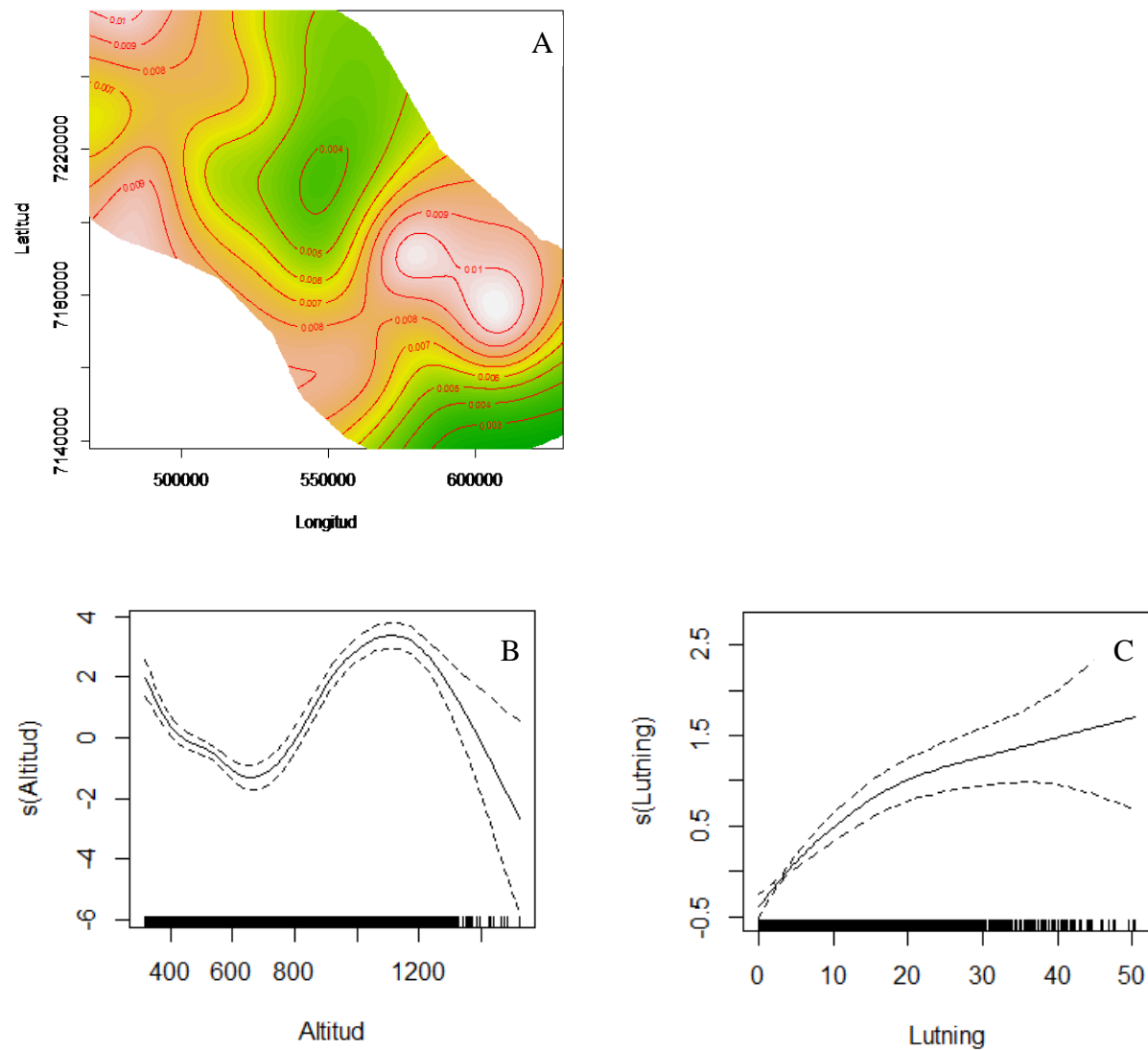
Kod (SMD)	Markklass (SMD)	Markklass (MODIS)
49	Blandskog på myr	Skogsmark (1–5)
50	Blandskog på berg-i-dagen	Skogsmark (1–5)
51	Naturlig gräsmark	Gräs- och betesmark (10)
52	Hedmark (utom gräshed)	Busk- och hedmark (6–8)
53	Busksnår	Busk- och hedmark (6–8)
54	Hygge	Skogsmark (1–5)
55	Ungskog	Skogsmark (1–5)
56	Barrskog, ej på lavmark	Skogsmark (1–5)
58	Stränder, sanddynor och sandslätter	Naturlig barmark
59	Berg-i-dagen och blockmark	Naturlig barmark
60	Områden med sparsam vegetation	Naturlig barmark
61	Brandfält	Naturlig barmark
63	Gräshed	Gräs- och betesmark (10)
64	Örtäng	Gräs- och betesmark (10)
70	Limnogen vätmarker	Vätmarker (11)
71	Blötmyr	Vätmarker (11)
72	Övrig myr	Vätmarker (11)
73	Torvtäkt	Barmark (9, 15, 16)
74	Saltpåverkade vätmarker	Vätmarker (11)
80	Vattendrag	Vatten (0)
81	Sjöar och dammar, öppen yta	Vatten (0)
82	Sjöar och dammar, vegetationstäckt yta	Vatten (0)
83	Kustlagun	Vatten (0)
84	Estuarier	Vatten (0)
85	Kusthav och oceaner, öppen yta	Vatten (0)
86	Kusthav och oceaner, vegetationstäckt yta	Vatten (0)

## Bilaga 2. Resultat av modellering med Generalized Additive Model (GAM)

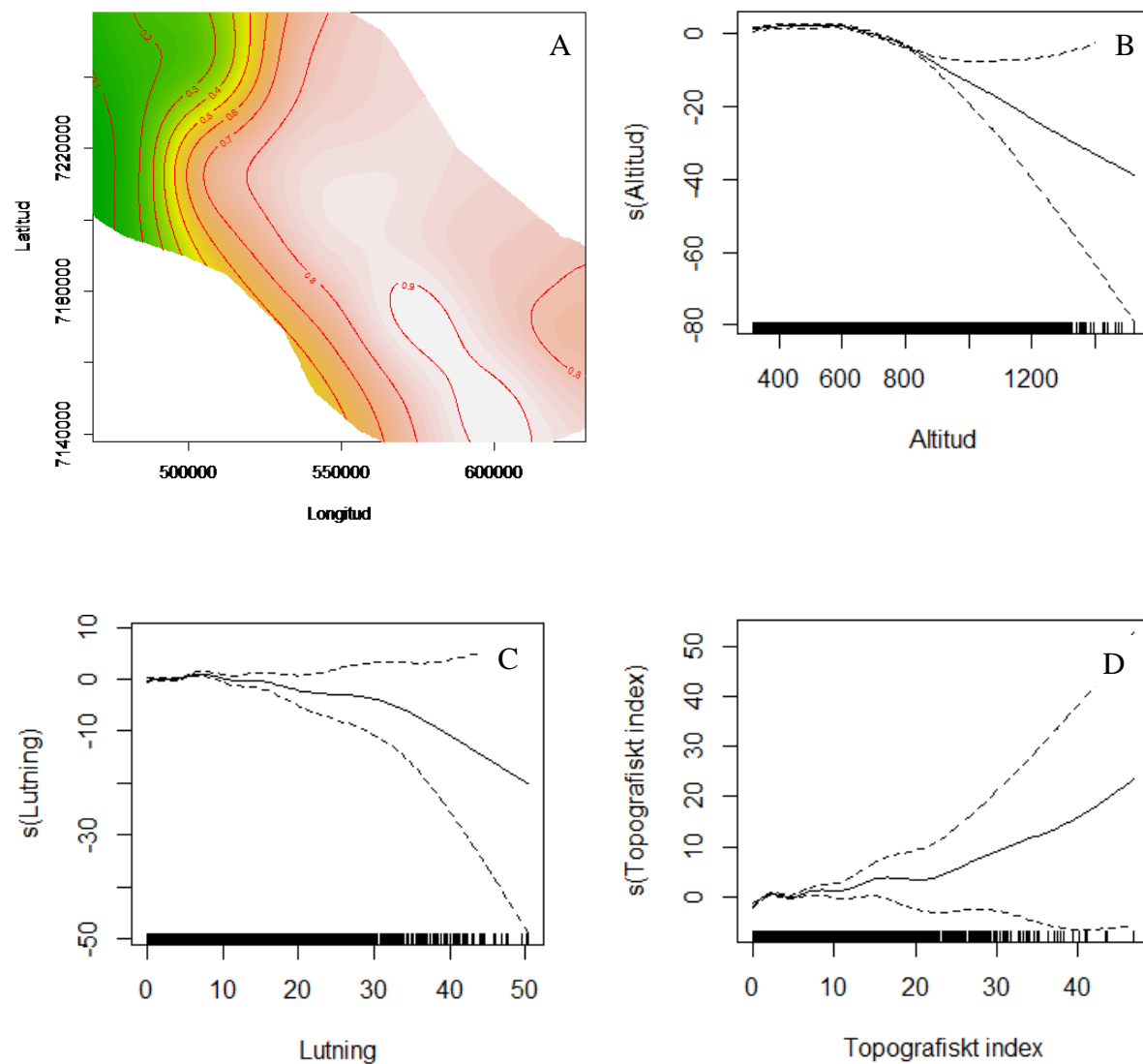
Färgfigurerna (A) visar hur sannolikheten att hitta respektive ekosystemtjänst beror av longitud och latitud. Ljusare färg indikerar högre sannolikhet att hitta ekosystemtjänsten i denna del av landskapet, medan mörkare färg indikerar lägre sannolikhet att hitta ekosystemtjänsten. Notera att färgmarkeringens skala skiljer sig mellan figurerna, det vill säga graden av sannolikhet att hitta de olika ekosystemtjänsterna varierar. De svartvita figurerna (B, C, D) visar hur de geografiska parametrarna (altitud, lutning och topografiskt index) påverkar sannolikheten att hitta respektive ekosystemtjänst. Figurer visas för de parametrar med signifikant effekt på ekosystemtjänsten. Notera att osäkerheten ökar mot höger i figurerna. Detta beror på färre antal datapunkter vid högre altitud, lutning och topografiskt index.



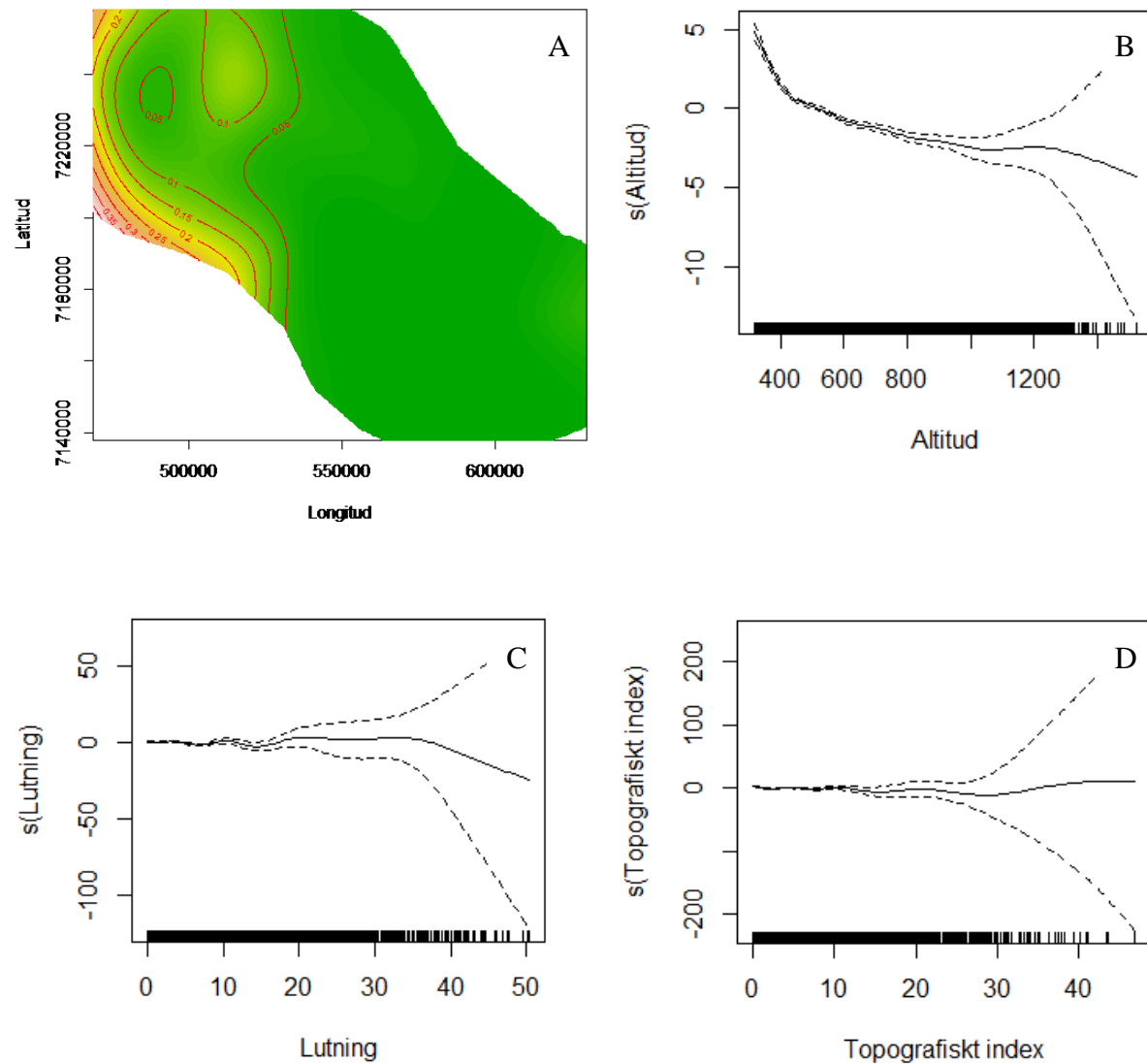
Figur 5. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och lutning (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *naturprodukter*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är generellt hög i hela landskapet, med minskar något i fjälltrakterna (A). Effektfigurerna visar att ökande altitud har positiv effekt (B) medan effekten av lutning är obetydlig (C).



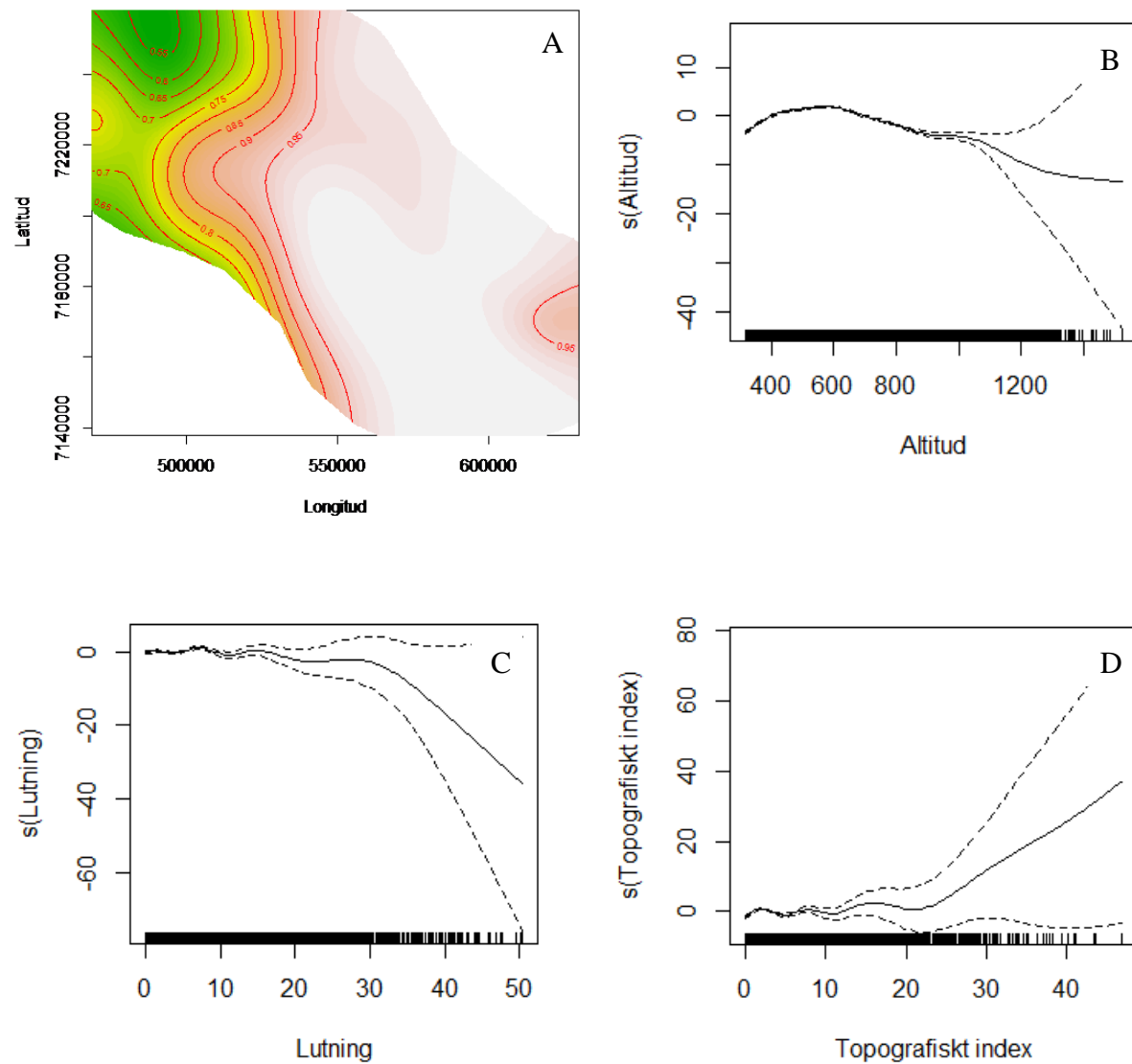
Figur 6. Effekt av longitud och latitud (**A**), altitud (**B**), och lutning (**C**) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *odlade produkter*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är liten i hela landskapet, men något större i den nordöstra delen (**A**). Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är större vid en altitud på cirka 400 m.ö.h., samt mellan 900 och 1200 m.ö.h. (**B**), och ökande lutning har en något positiv effekt (**C**).



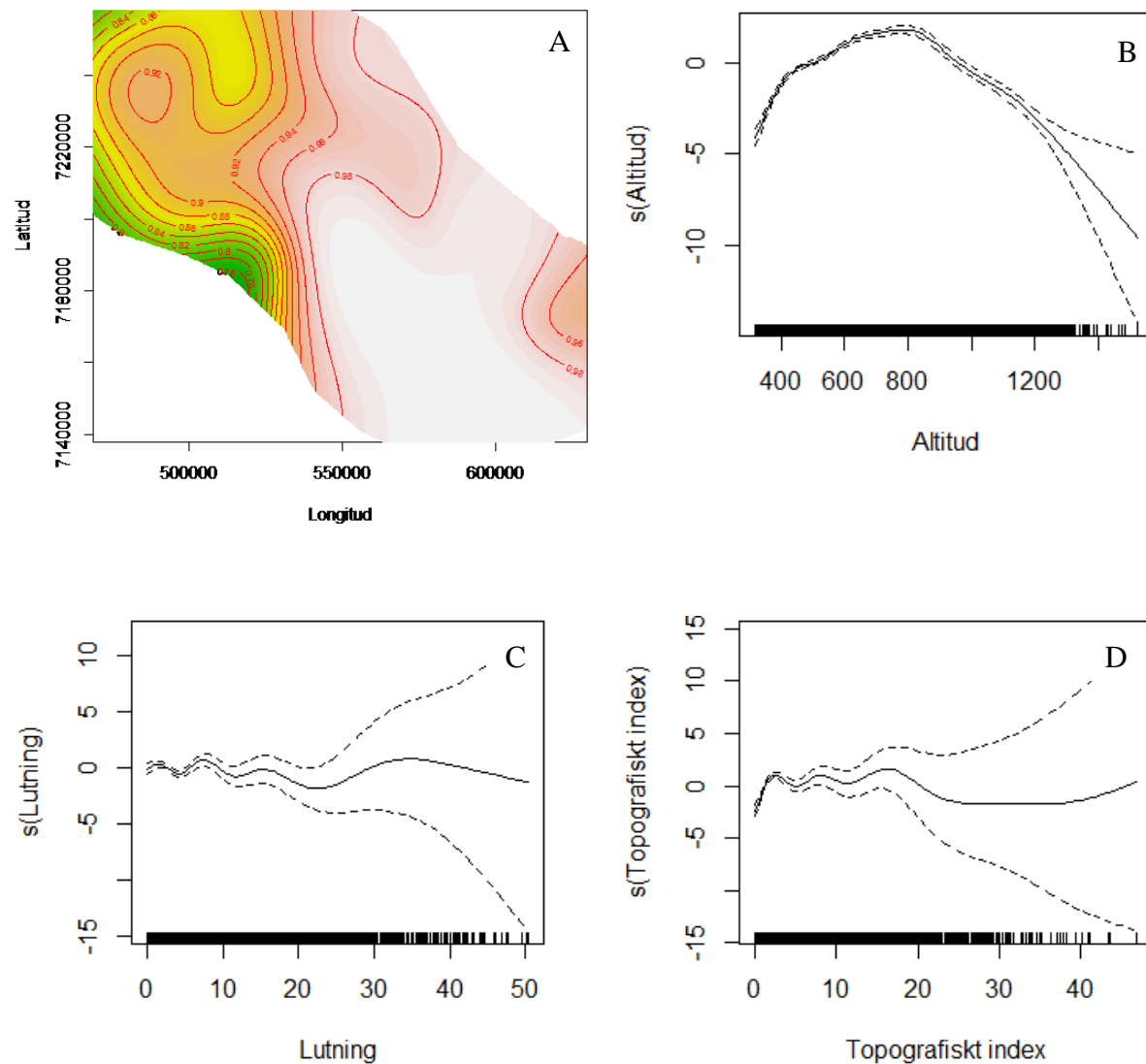
Figur 7. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *kommersiella skogsprodukter*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är störst i sydöstra och mellersta delen av landskapet, men den minskar västerut mot fjälltrakterna (A). Ökande altitud och lutning har negativ effekt (B,C), medan topografiskt index har positiv effekt på sannolikheten att hitta denna ekosystemtjänst.



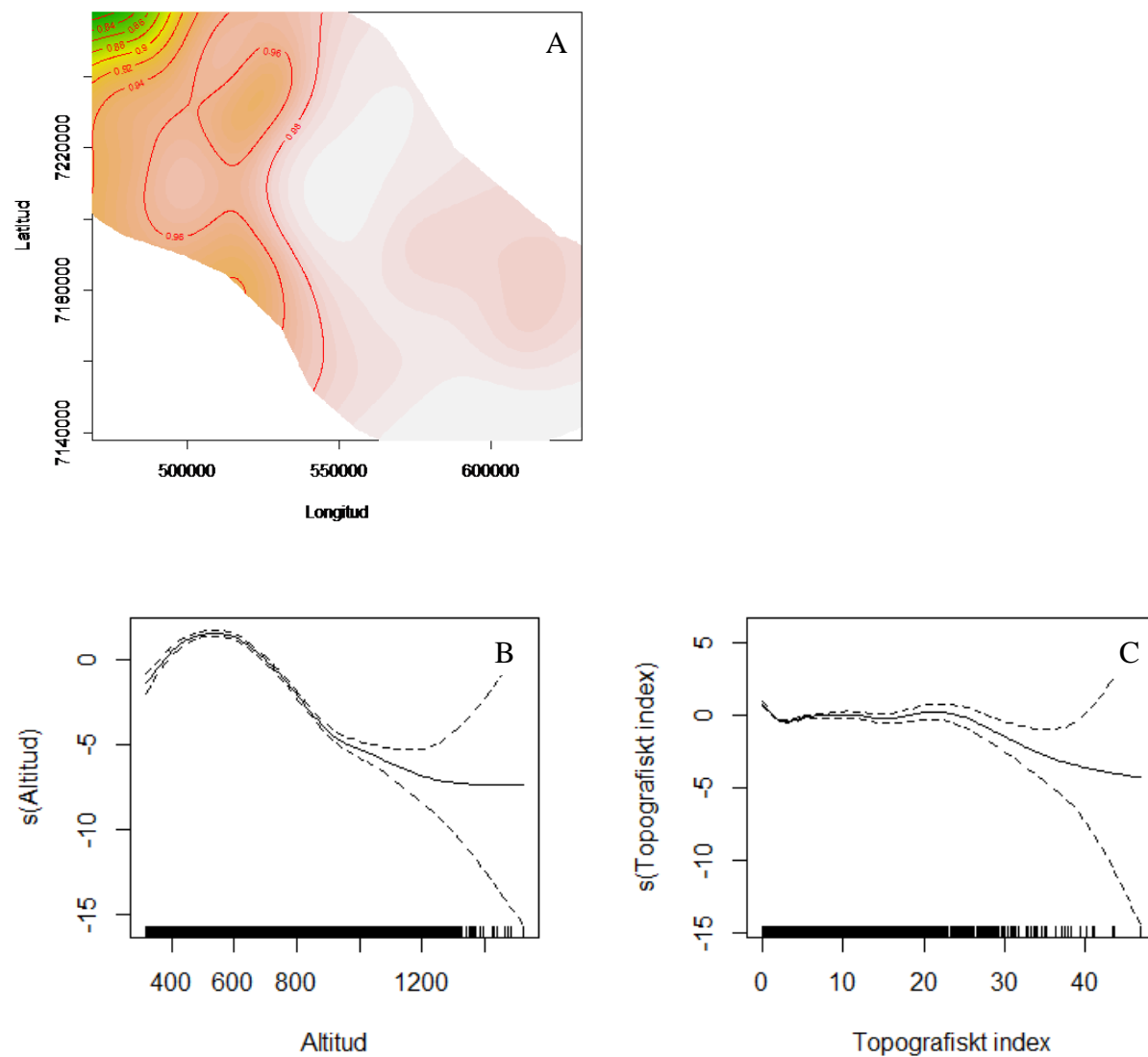
Figur 8. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *transport och boende*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är liten i hela VMF, men den ökar något västerut (A). Ökande altitud har en något negativ effekt (B). En lutning på över 40 grader har relativt stark negativ effekt på denna ekosystemtjänst (C) medan effekten av topografiskt index är obetydlig.



Figur 9. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *energi*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är större i de östra delarna av VMF än i de västra (A). Effekten av ökande altitud är något negativ (B) och en lutning på över 30 grader har tydlig negativ effekt (C). Effekten av topografiskt index är däremot tydligt positiv (D).

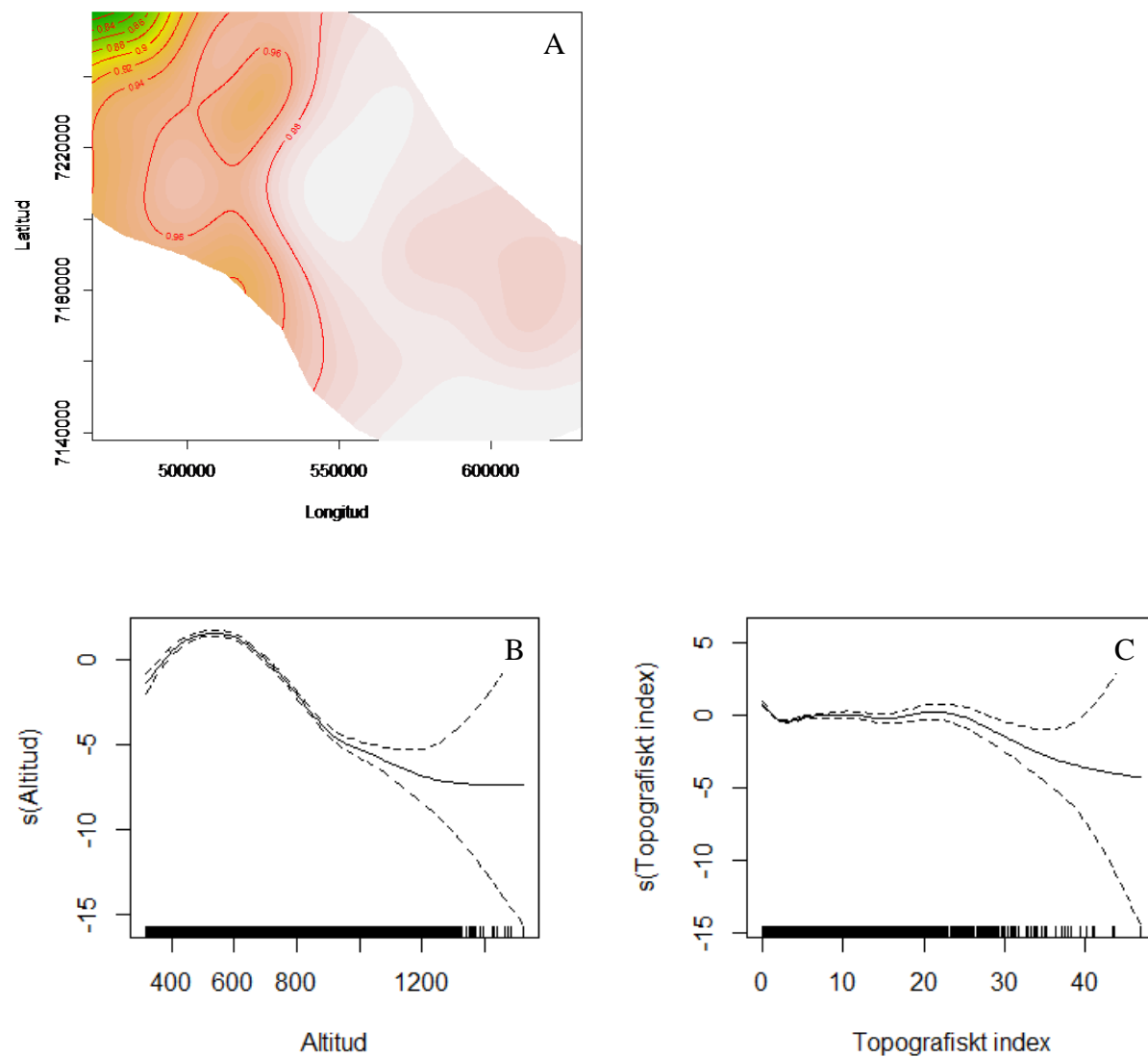


Figur 10. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *klimatreglering*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är relativt stor i hela landskapet, men minskar något västerut (A). Störst är sannolikheten på altituder mellan 600 och 800 m.ö.h., sedan minskar den med ökande altitud (B). Effekterna av lutning och topografiskt index är obetydliga (C,D).

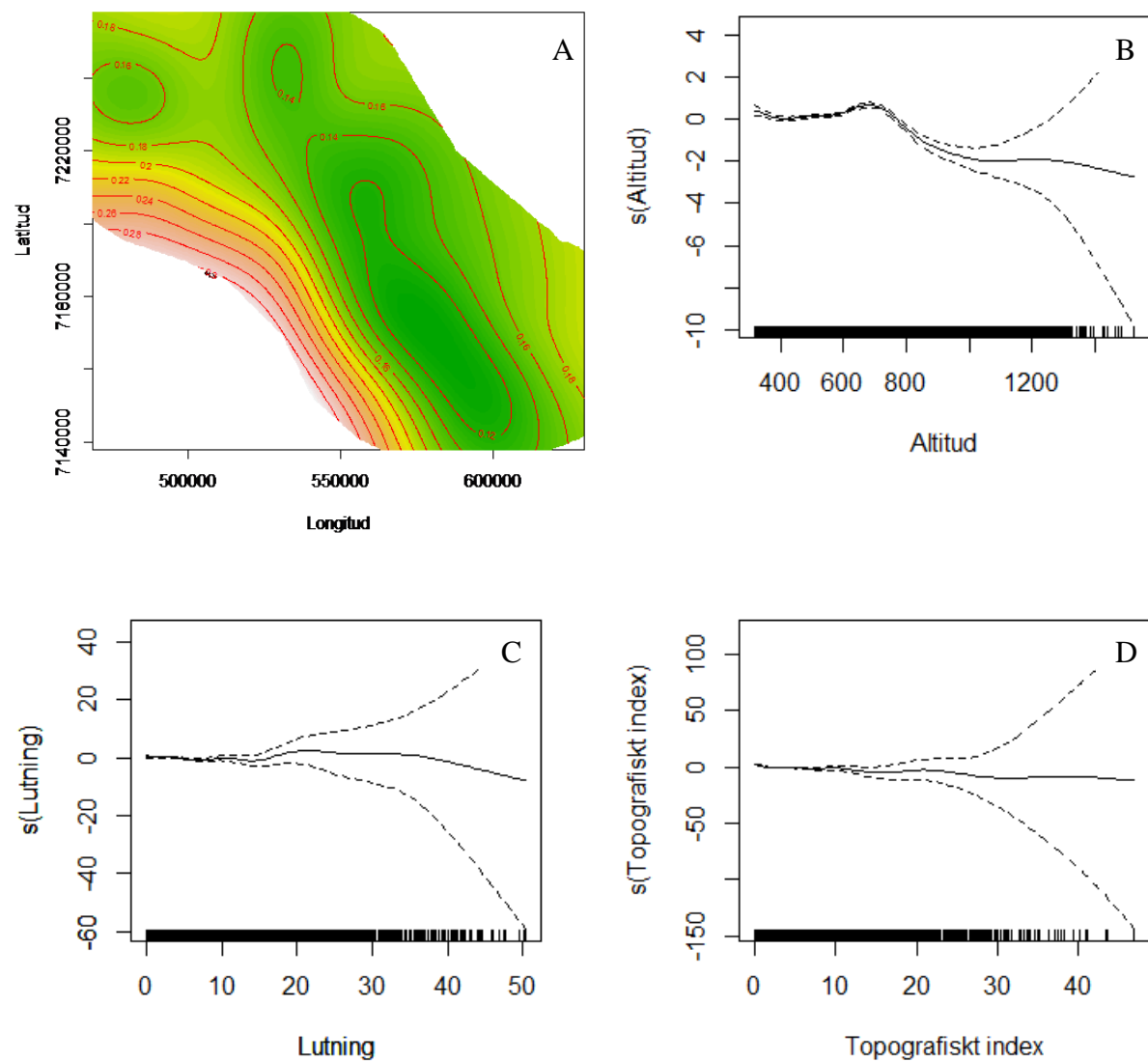


Figur 11. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och topografiskt index (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *katastrofreduktion*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, med undantag av den nordvästra delen (A). Sannolikheten är som högst vid altituder på cirka 500 m.ö.h. och minskar sedan med ökande altitud (B). Ett topografiskt index över 20 grader har också negativ effekt (C).

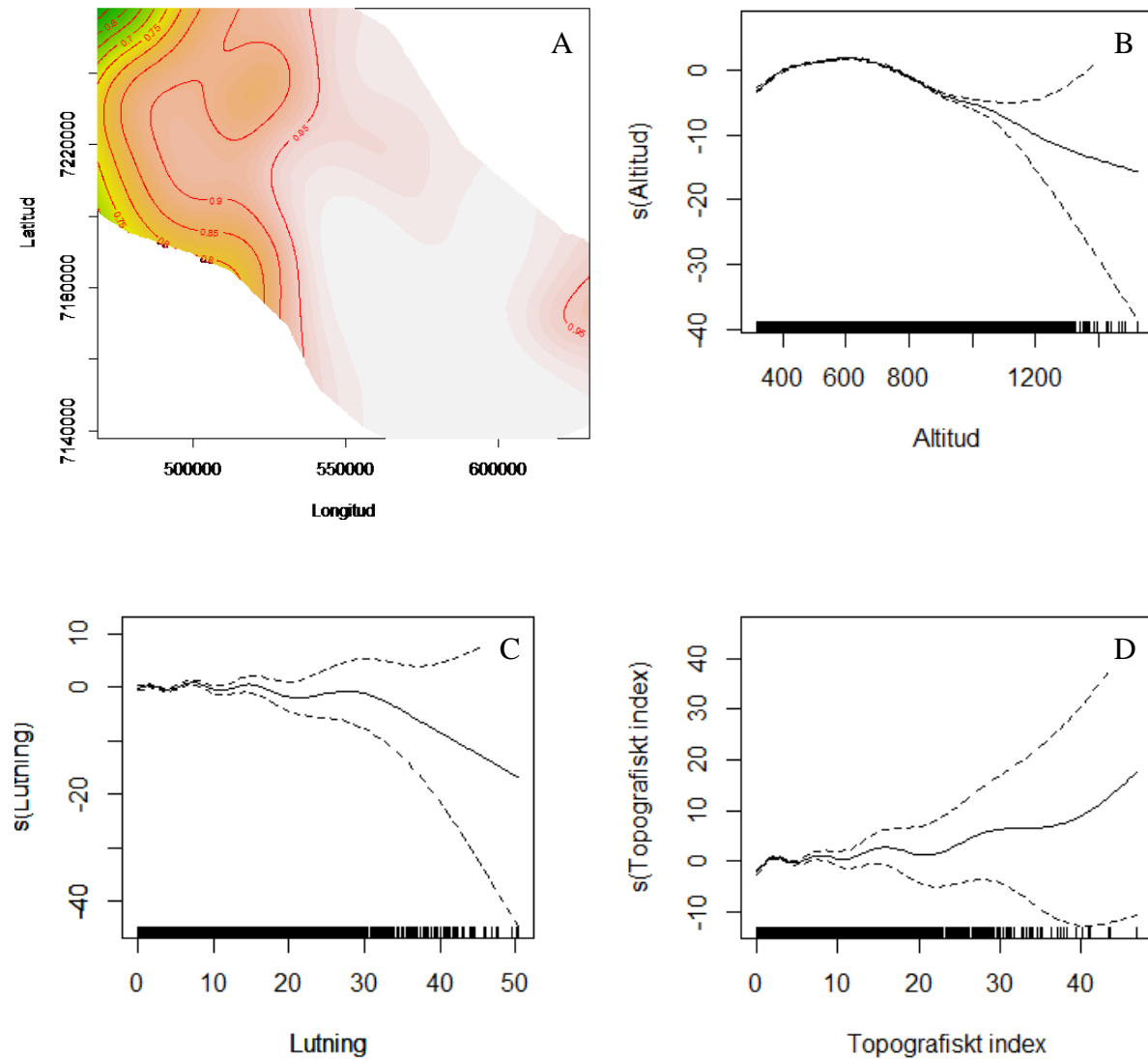




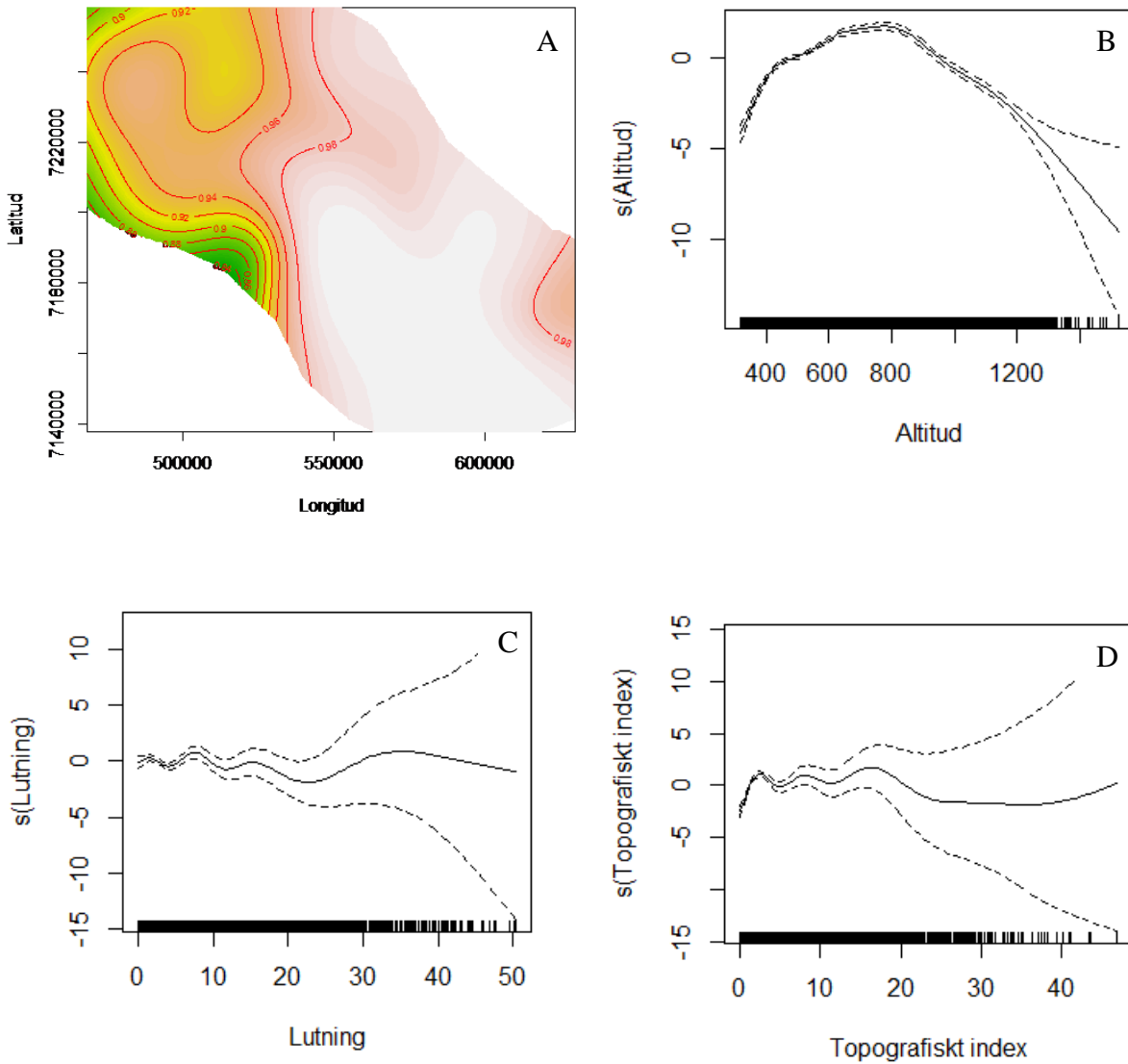
Figur 12. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och topografiskt index (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *vattenreglering*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, med undantag av den nordvästra delen (A). Sannolikheten är som högst vid altituder på cirka 500 m.ö.h. och minskar sedan med ökande altitud (B). Ett topografiskt index över 20 grader har också negativ effekt (C).



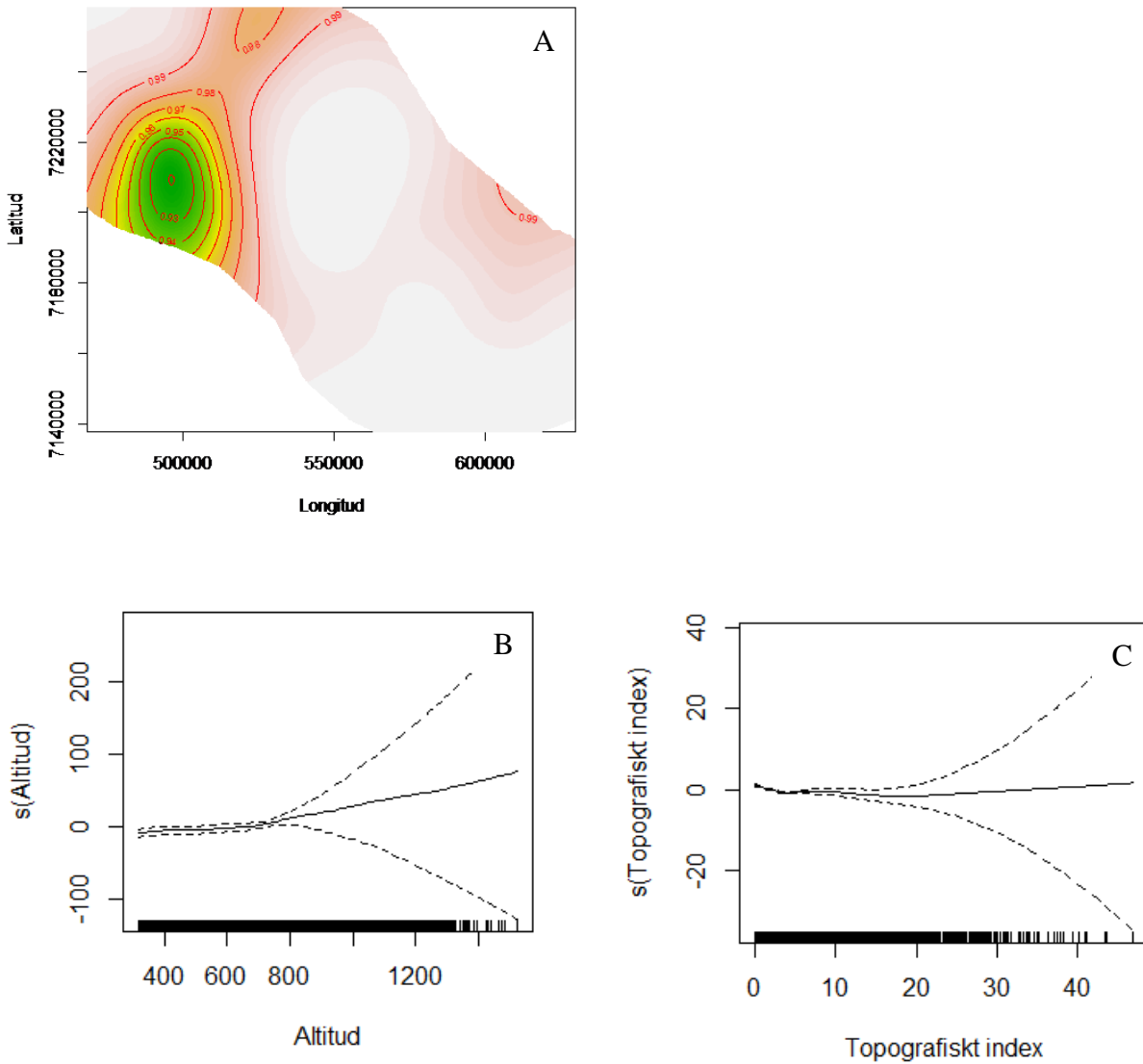
Figur 13. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *vattenkvalitet och näringsomsättning*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är liten i hela landskapet, men den är något större i de sydvästra delarna (A). Högst är sannolikheten vid altituder kring 700 m.ö.h. (B), för att sedan minska med ökande altitud. En lutning på över 40 grader har en något negativ effekt (C) medan effekten av topografiskt index är obetydlig (D).



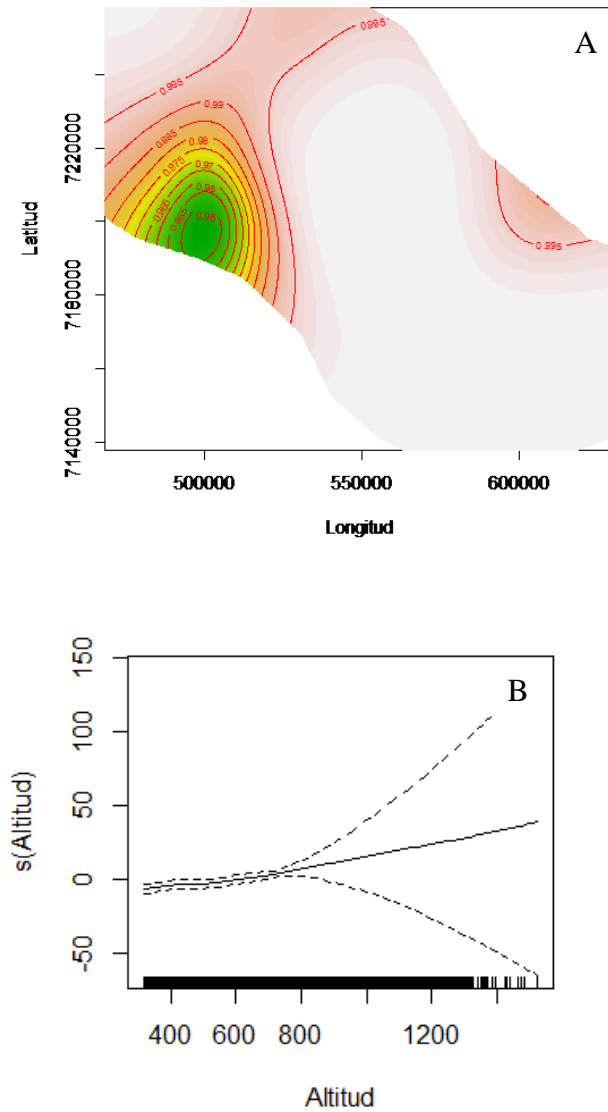
Figur 14. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *förebyggande av erosion*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, men minskar något västerut (A). Effekten av ökande altitud är negativ (B), liksom en lutning på över 30 grader (C). Effekten av topografiskt index är dock positiv.



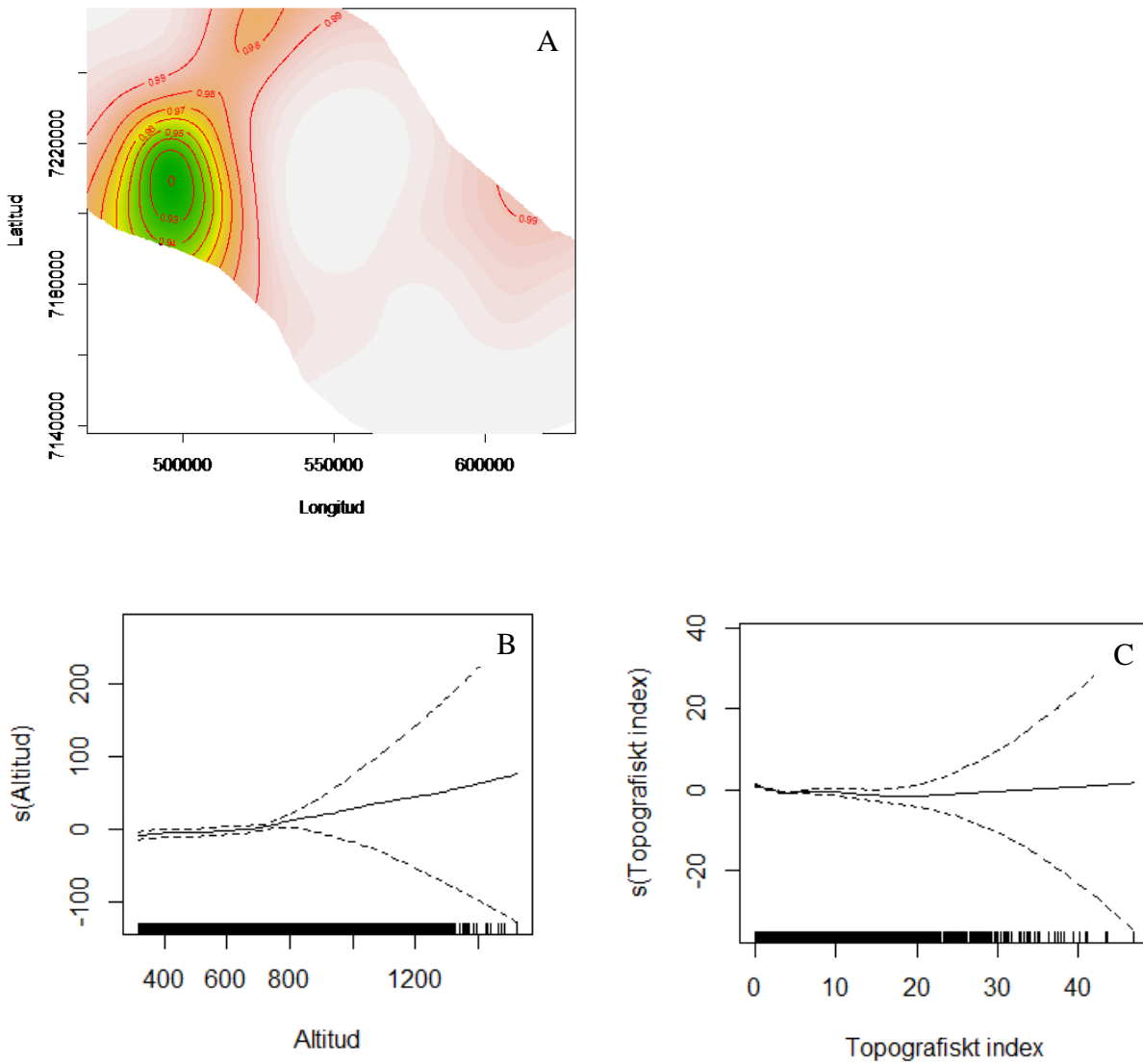
Figur 15. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), lutning (C), och topografiskt index (D) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *biologisk kontroll*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, men minskar något i de södra delarna (A). Altituder mellan 400 och 800 m.ö.h. har positiv effekt medan högre altituder har negativ effekt (B). Effekten av lutning och topografiskt index är obetydlig (C–D).



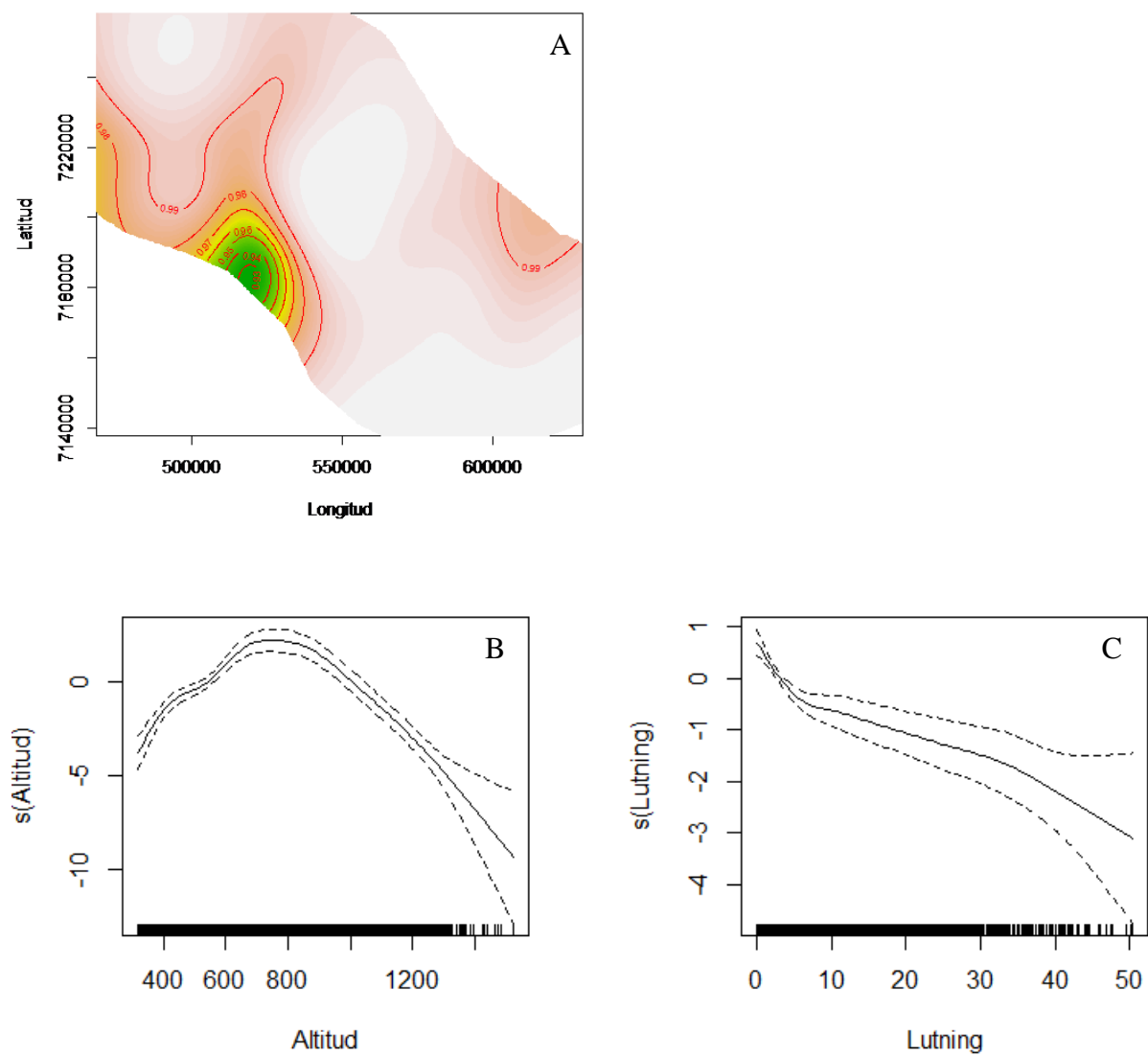
Figur 16. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och topografiskt index (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *habitatfunktion*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, men minskar något i fjälltrakterna (A). Ökad altitud har positiv effekt (B) medan topografiskt index har obetydlig inverkan (C).



Figur 17. Effekt av longitud och latitud (**A**), och altitud (**B**) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *estetiska värden*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela landskapet, men minskar något i fjälltrakterna (**A**). Effekten av ökad altitud är dock positiv (**B**).



Figur 18. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och topografiskt index (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *rekreation och turism*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, men minskar något i fjälltrakterna (A). Ökad altitud har positiv effekt (B), medan effekten av topografiskt index är obetydlig (C).



Figur 19. Effekt av longitud och latitud (A), altitud (B), och lutning (C) på sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten *kulturella värden*. Sannolikheten att hitta ekosystemtjänsten är stor i hela VMF, men något mindre i närheten av fjälltrakterna (A). Altituder mellan 400 och 900 m.ö.h. har svagt positiv effekt, men altituder däröver verkar negativt (B). Effekten av ökande lutning är svagt negativ (C).



## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2014:10 Författare: Erik Risby  
Beräkning av areal och stående timmervolym i skyddszoner skapade från DTW-index
- 2014:11 Författare: Erik Olsson  
Jämförelse av prognostiserad och observerad beståndstillväxt 5 år efter första gallring enligt Bergvik Skogs skötselprogram
- 2014:12 Författare: Ronja Jägbrant  
Hur mycket frö sprids från *Pinus contorta*? Kottproduktion, serotinitet och frökvalitet i relation till beståndsålder i södra Norrland
- 2014:13 Författare: Maja Johansson  
De närboendes besöksvanor och attityder till naturområdet Stadsliden i centrala Umeå. En kvantitativ enkätstudie med kompletterande kvalitativa intervjuer
- 2014:14 Författare: Caroline Haglund  
Lövskogsmålen i FSC-certifierat skogsbruk – tolkning, uppföljning och skötseldirektiv
- 2014:15 Författare: Ragna Wennström  
LandPuck™-systemets ekonomiska konkurrenskraft jämfört med tallplantering i norra Sverige
- 2014:16 Författare: Anton Ahlström  
När cykelstigen kom till byn. En fallstudie i Arvidsjaurs kommun
- 2014:17 Författare: Andreas Brihem  
Fältskiktsvegetationen 30 år efter beståndsanläggning – effekter av olika nivå på skogsskötselintensitet
- 2014:18 Författare: Daniel Regemar  
Förutsättning för prediktion av NPK+, Blå målklass och vattenkemi utifrån GIS-analys?
- 2014:19 Författare: Shu Yao Wu  
The effects of soil scarification on humus decomposition rate in forests in British Columbia, Canada
- 2014:20 Författare: Wolfgang Nemec  
The growth dynamics of Douglas fir in Sweden and Finland – Application of the 3-PG stand growth model
- 2014:21 Författare: Jennifer McGuinness  
Effect of planting density and abiotic conditions on yield of *Betula pendula* and *Pinus sylvestris* seedlings in monoculture and mixture
- 2014:22 Författare: Emil Mattsson  
Zonerat skogsbruk – en möjlighet för Sverige
- 2014:23 Författare: Emma Borgstrand  
Plantors och trädets tillväxt efter schackrutehuggning och i konventionellt trakthyggesbruk
- 2014:24 Författare: Fredrik Eliasson  
Förutsättningar för virkesinriktad skogsodling med inhemska trädslag i Peru

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)